

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1969

THÈSE

N°

346

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Claude MATUCHANSKY

Interne des Hôpitaux de Paris

Né le 19 Juin 1941, à Perpignan (Pyrénées-Orientales)

Présentée et soutenue publiquement le

1969

ETUDE DU TEMPS DE TRANSIT ET DU CALIBRE
DE L'INTESTIN GRELE DE L'HOMME
PAR LA COURBE DE DILUTION D'UN COLORANT
AU COURS DE PERFUSIONS INTESTINALES

Président : M. DEBRAY, Professeur

PARIS — 1969

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1969

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Claude MATUCHANSKY

Interne des Hôpitaux de Paris

Né le 19 Juin 1941, à Perpignan (Pyrénées-Orientales)

Présentée et soutenue publiquement le

196

**ETUDE DU TEMPS DE TRANSIT ET DU CALIBRE
DE L'INTESTIN GRELE DE L'HOMME
PAR LA COURBE DE DILUTION D'UN COLORANT
AU COURS DE PERFUSIONS INTESTINALES**

Président : M. DEBRAY, Professeur

PARIS — 1969

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. ALAJOUANINE (T.), BÉNARD (H.), BERNARD (E.), BINET (L.), BULLIARD (H.), CATHALA (J.), CHABROL (E.), CHAILLEY-BERT (P.), CHEYMOL (J.), COSTE (F.), DEBRÉ (R.), DECHAUME (M.), GALLIARD (H.), GAUDARD d'ALLAINES (F. de), GENNES (L. de), GIROUD (A.), HAZARD (R.), HEUYER (G.), LACOMME (M.), LAMY (M.), LAROCHE (G.), LELONG (M.), LÉVY (Mlle J.), LÉVY-SOLAL (E.), LIAN (C.), MADURO (R.), MARCHAL (G.), MATHIEU (P.), MONOD (R.), MOREAU (R.), MOULONGUET (P.), PASTEUR VALLERY-RADOT, PETIT-DUTAILLIS (D.), PIÉDELIÈVRE (R.), QUÉNU (J.), RENARD (G.), SENÈQUE (J.), STROHL (A.), TANON (L.), TURPIN (R.), VERNE (J.).

DOYEN : GEORGES BROUET

1^{er} ASSESSEUR : DANIEL BARGETON — 2^e ASSESSEUR : JEAN GOSSET

A. — CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

	MM.		MM.
Anatomie	DELMAS (A.)	Cancérologie expérimentale	MATHÉ (G.)
—	HUARD (P.)	Génétique fondamentale ..	LEJEUNE (J.)
à titre personnel.	CABROL (Ch.)	Histologie et Embryologie.	COUJARD (R.)
—	OLIVIER (G.)	—	TUCHMANN-DUPLESSIS (H.)
Anatomie et Cytologie path.	DELARUE (J.)	à titre personnel.	RACADOT (J.)
à titre personnel.	NEZELOF (Ch.)	Microbiologie	FASQUELLE (R.)
—	ORCEL (L.)	Bactériologie et Virologie.	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)	à titre personnel.	BARBIER (P.)
—	DESGREZ (P.)	Parasitologie	LARIVIÈRE (M.)
—	POLONOVSKI (J.)	Pathologie expér. et comp.	MERKLEN (F.-P.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)	à titre personnel.	LÆPER (J.)
à titre personnel.	CARTIER (P.)	Pharmacologie	BOISSIER (J.-R.)
—	DREYFUS (J.-Cl.)	—	LECHAT (P.)
Biologie médicale		Physiologie	BARGETON (D.)
à titre personnel.	BOURLIÈRE (F.)	—	MALMEJAC (J.)
—	HARTMANN (L.)	—	PARROT (J.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)	à titre personnel.	DEJOURS (P.)
—	DJOURNO (A.)	Physiologie et biol. appl.	
—	DOGNON (A.)	aux sports	SCHERRER (J.)
à titre personnel.	KELLERSHOHN (L.)		
—	GOUGEROT (L.)		
—	ROUCAYROL (J.-Cl.)		

B. — CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

1° MÉDECINE

Biologie médicale	FAUVERT (R.)	Pathologie médicale à titre personnel	
Histoire de la Médecine et de la Chirurgie	COURY (Ch.)	—	BROCARD (H.)
Hygiène et Médecine prév.	BOYER (J.)	—	CAROLI (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)	—	FACQUET (J.)
Médecine légale, Droit méd. et déontologie	DEROBERT (L.)	—	LAMBLING (A.)
Pathologie exotique	BRUMPT (L.-C.)	—	LAUNAY (Cl.)
Pathologie médicale	BUGE (A.)	—	PAYET (M.)
—	BRICAIRE (H.)	—	PERRAULT (M.)
—	CORNET (A.)	—	SIGUIER (F.)
—	HOUSSET (E.)	—	WORMS (R.)
—	LAROCHE (Cl.)	—	BOUVIER (J.)
à titre personnel.	AZERAD (E.)	Pathologie respiratoire ...	TURIAF (J.)
—	BOUR (H.)	Pathologie et Thér. géné.	MAURICE (P.)
		Thérapeutique	LAMOTTE (M.)
		Thérapeutique appliquée ..	MARCHE (J.)



CHAIRES DE CLINIQUES :

MM.

Cliniques :

- cardiolog. (Boucicaut) .. LENÈGRE (J.)
- cardiolog. (Broussais) .. SOULIÉ (P.)
- dermatol. (Saint-Louis). DUPERRAT (F.)
- maladies cutanées et syphilit. (Saint-Louis) .. DEGOS (R.)
- endocrinolog. (Pitié) .. DECOURT (J.)
- malad. infect. (Claude-Bernard) MOLLARET (P.)
à titre personnel. BASTIN (R.)
- malad. mentales et de l'encéph. (Sainte-Anne). DELAY (J.)
à titre personnel (neuro-psychiatrie) PICHOT (P.)
- malad. du système nerveux (Salpêtrière) CASTAIGNE (P.)
- neurolog. (Salpêtrière) . GARCIN (R.)
à titre personnel. LHERMITTE (F.)
- neuro-psychiatrie infant. (Salpêtrière) MICHAUX (L.)
- maladies du sang (Broussais) BERNARD (J.)
à titre person. (hématol.) ANDRÉ (R.)
— — — BOUSSER (J.)
— — — DREYFUS (B.)
- médicales : *Bicêtre* : DEPARIS (M.) - *Broussais* : MILLIEZ (P.) - *Cochin* : PÉQUIGNOT (H.) - *Hôtel-Dieu* : BARIETY (M.) - *Pitié* : DREYFUS (G.) - *Saint-Antoine* : BOUDIN (G.); CONTE (M.); KOURILSKY (R.).
- médicale propédeutique (Broussais) JUSTIN-BESANÇON (L.)
- thérapeutique médicale (Saint-Antoine) LEMAIRE (A.)
- Séméiologie médicales (Antoine-Chantin) DOMART (A.)
- Séméiol. méd. (Lariboisière) BOUVRAIN (Y.)
- (Pitié) RAMBERT (P.)
- (Rothschild). WOLFROMM (R.)

Cliniques :

- d'Hydrologie et de Climatologie (Bichat) DEBRAY (Ch.)
à titre personnel. GIBERTON (A.)

2° CHIRURGIE

- Anesthésiologie VOURECH (G.)
- Pathologie chirurgicale ... LAURENCE (G.)
- ... KUSS (R.)
- ... N...

CHAIRES DE CLINIQUES :

Cliniques :

- carcinolog. (Gustave-Roussy) DENOIX (P.)
- carcinologique chirurg. (Necker) REDON (H.)
à titre personnel. BRÉHANT (J.)
- chirurgicales : *Beaujon* : LORTAT-JACOB (J.-L.); BAUMANN (J.) - *Cochin* : LÉGER (L.) - *Hôtel-Dieu* : PATEL (J.) - *Saint-Antoine* : GOSSET (J.) - *Salpêtrière* : SICARD (A.) - *Tenon* : OLIVIER (Cl.).
- therap. chirur. (Vaugirard) ROUX (M.)

MM.

Cliniques :

- médico-sociale du diabète sucré et des maladies métabol. (Hôtel-Dieu) DEROT (M.)
- néphrologique (Necker). HAMBURGER (J.)
à titre personnel. RICHET (G.)
— CROSNIER (J.)
- Génét. médic. (Enfants-Malades) ROYER (P.)
- maladies des enfants (Enfants-Malades) MOZZICONACCI (P.)
- médicale infantile et de pédiat. sociale (Enfants-Malades) MARIE (J.)
- pédiatrie (Trousseau) . BRISSAUD (H.)
à titre personnel. LESOBRE (R.)
- pédiatrie et de puéricul. (Saint-Vincent-de-Paul) THIEFFRY (S.)
- Hygiène et Clinique de la 1^{re} enfance (Trousseau) LAPLANE (R.)
à titre personnel. POLONOVSKI (Cl.)

Cliniques :

- pneumo-phthisiologie (Laennec) BROUET (G.)
à titre personnel. KREIS (B.)
— MEYER (A.)
- rééducation motrice ... GROSSIORD (A.)
- Electroradiologie LEDOUX-LEBARD (M.)
— LEFEBVRE (J.)
- Radiologie médicale DESGREZ (H.)
à titre personnel. FISCHGOLD (H.)
— TUBIANA (M.)
— CHERIGIE (E.)

Cliniques :

- rhumatologie médicale et sociale (Cochin) DELBARRE (F.)
- rhumatol. (Lariboisière). SÈZE (S. de)
- toxicologique (Fernand-Widal) GAULTIER (M.)

- Path. chirur. à titre person. RAMADIER (J.)
- Physiologie et path. obstét. MORIN (P.)
- Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale . MONSAINGEON (A.)

- Séméiologie et Clinique chirurg. (Broussais) POILLEUX (F.)

- Séméiologie et Clinique chirurg. (Saint-Louis) .. DEBEYRE (J.)

Cliniques :

- chirurg. orthopéd. et traumatol. (Cochin) ... MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
- chirurg. orthopéd. et traumatol. (Foch) PADOVANI (P.)

MM.		MM.	
— chirurg. orthopéd. et traumatol. (Beaujon) ..	CAUCHOIX (J.)	— obstétric. (Baudelocque).	LEPAGE (F.)
— traumat. et orthopédique (R. Poincaré)	JUDET (R.)	— — (Saint-Antoine).	MERGER (R.)
— chirur. infant. et orthop. (Enfants-Malades)	FÈVRE (M.)	— obstétricale et gynécol. (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
— à titre personnel.	CHIGOT (P.-L.)	— neuro-chirurgie (Pitié).	DAVID (M.)
— chirurgie cardio-vascul. (Broussais)	DUBOST (Ch.)	— à titre personnel.	LEBEAU (J.)
— chir. thorac. (Laennec).	MATHEY (J.)	— ophtalmolog. (Cochin).	BRÉGEAT (P.)
— à titre personnel.	GAUDART	— — (Hôtel-Dieu).	OFFRET (G.)
	D'ALLAINES (Cl. de)	— oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
— chir. et gynéc. (Broca).	HUGUIER (J.)	— stomatol. (Salpêtrière) .	CERNEA (P.)
		— urologique (Cochin) ..	ABOULKER (P.)
		— — (Necker) ..	COUVELAIRE (R.)

C. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie	GILLOT (Cl.)	Médecine générale	AUSSANNAIRE (M.)
Anatomie pathologique ...	GOUYGOU (Ch.)	Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)	Neuro-psychiatrie	TARDIEU (G.)
Bactériologie	LE MINOR (L.)	Pédiatrie	ROSSIER (A.)
Biochimie médicale: CARTIER (P.); GONNARD (P.); NORDMANN (J.).		Physique médicale: COURSALET (J.); GREMY (F.); PELLERIN (P.).	
Chirurgie	CERBONNET (G.)	Physiologie: DURAND (J.); GIRARD (Fr.); HUGELIN (A.).	
Hématologie: BESSIS (M.); BILSKI-PASQUIER (G.).		Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
Hygiène: BLANCHER (G.); CORRE-HURST (Mme L.).		Pharmacologie	SCHMITT (H.)
Médecine légale: CECCAL (P.); HADENGUE (A.); FOURNIER (E.).			

D. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Pathologie chirurgicale M. RUDLER (J.) *pr. s. ch.*

E. — PROFESSEURS ASSOCIÉS

Hormonologie	MORICARD (R.)	Statistique médicale et épidémiologie	SCHWARTZ (D.)
		Néphrologie	MAXWELL (M.)

Secrétaire général de la Faculté: M. LENA (J.).	Conservateurs: Mme FORGET (F.), Mlles DUMAITRE (P.); LAURENT (H.); LE NOIR (G.).
Conseiller administratif: Mlle CHAINTREUIL (G.).	Bibliothécaires: Mme CONTET (J.); Mlles DUROZOY (M.-F.); ROBERGE (D.); LE QUANG LINH (G.); REUGE (M.).
Conservateur en Chef de la Bibliothèque, Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine: M. le Docteur HAHN (A.).	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

En remerciement de tout ce qu'ils
m'ont donné.

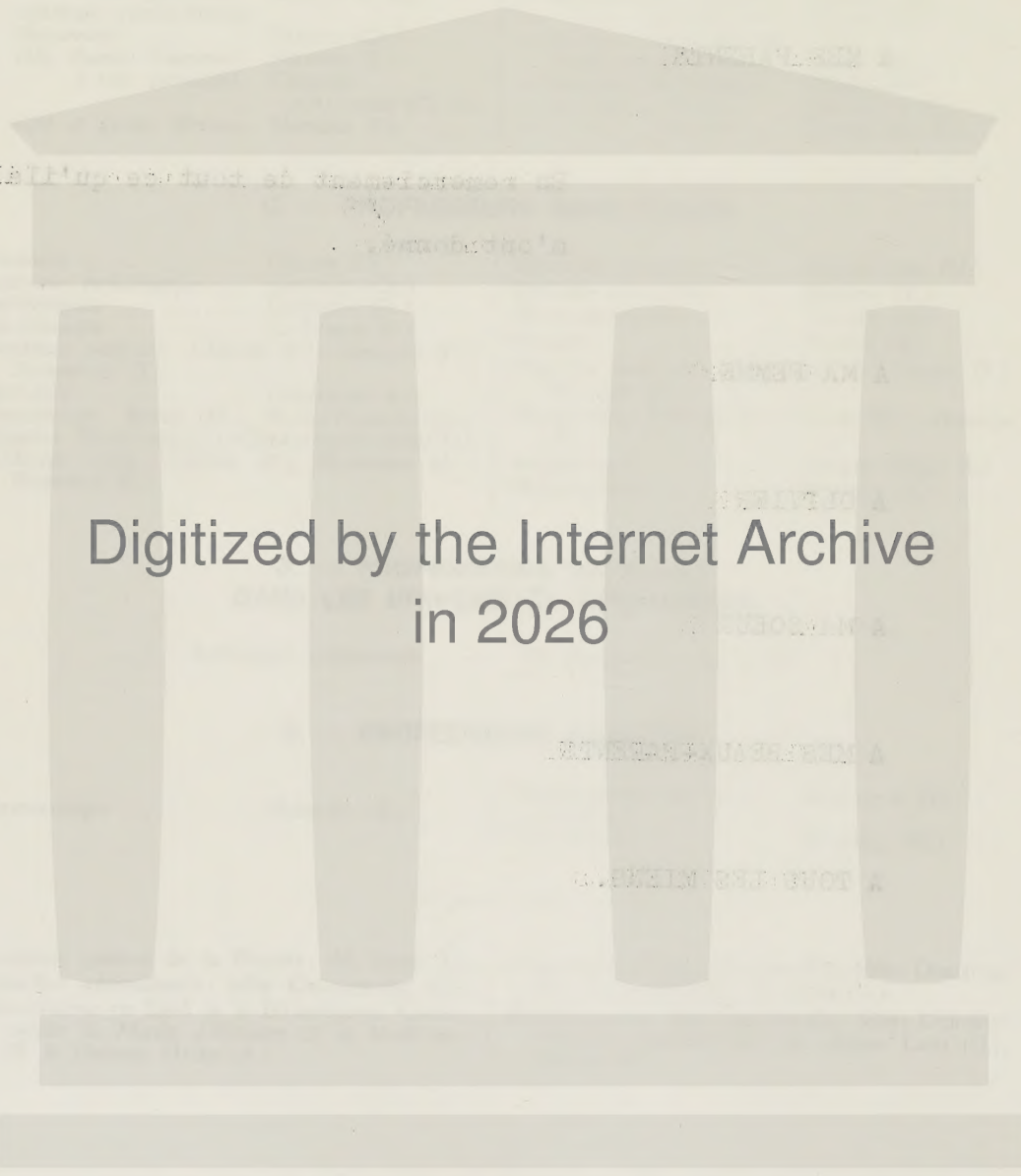
A MA FEMME

A OLIVIER

A MA SOEUR

A MES BEAUX-PARENTS

A TOUS LES MIENS.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552221_0014

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR Charles DEBRAY

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la
présidence de cette thèse.

En témoignage de notre reconnaissance pour
nous avoir admis parmi ses élèves.

En remerciement de l'année passée dans son
service et de la formation qu'il nous y a
donnée.

Qu'il veuille bien trouver ici l'assurance
de notre gratitude et de notre très sincère
attachement.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGÉ Jean-Jacques BERNIER

En nous inspirant le sujet de ce travail,
en nous accueillant dans son service et
son laboratoire, en nous guidant pas à
pas, en nous faisant bénéficier régulièrement
de ses conseils, il a permis à cette thèse
de "voir le jour".

Pour l'aide essentielle et la formation
qu'il nous a donnée, qu'il veuille bien
trouver ici l'expression de notre reconnais-
sance et de notre plus fidèle attachement.

A MONSIEUR LE DOCTEUR Jean-Claude RAMBAUD

En remerciement de la part fondamentale
qu'il a eue dans ce travail.

En témoignage de toute l'amitié et l'admira-
tion que nous lui portons.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR Henri PEQUIGNOT

Qui nous a accueilli dans son service
pendant une année essentielle de notre
Internat.

Qu'il trouve ici l'expression de notre
gratitude et de notre dévouement.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGÉ Jean GUERRE

En remerciement de la constante bienveillance
qu'il nous a témoignée.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR Pierre BOURGEOIS

Qui a guidé nos premiers pas d'Interne.

En témoignage de la reconnaissance et

du fidèle attachement que nous lui

portons.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGÉ Jacques ROGE

Qui nous a le premier initié à la

Gastro-Entérologie.

Qui nous a toujours témoigné la plus

grande bienveillance.

Qu'il trouve ici l'assurance de notre

gratitude et de notre sincère dévoue-

ment.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR Marc BOLGERT

En témoignage de notre reconnaissance
pour l'accueil qu'il nous a réservé
dans son service.

A NOS MAITRES D'EXTERNAT

MONSIEUR LE PROFESSEUR Jean PATEL (In Memoriam)

MONSIEUR LE DOCTEUR Pierre DE GRACIANSKY

MONSIEUR LE PROFESSEUR Stanislas DE SEZE

INTRODUCTION

Le temps de transit a été mesuré, dans l'intestin grêle de l'homme, au cours de la perfusion à débit constant d'un segment de cet organe, par la courbe de dilution d'un colorant diffusible et non résorbable (Brome-sulfone-phtaléine); la méthode est dérivée du principe de STEWART HAMILTON pour la mesure du débit cardiaque.

- 1) de vérifier, chez un même individu, la stabilité du temps de transit dans un segment donné du grêle, pendant la durée habituellement nécessaire à l'étude de l'absorption intestinale, par perfusion à triple sonde; d'améliorer, par là-même la précision de cette méthode dans l'exploration des mouvements hydro-électrolytiques trans-intestinaux.
- 2) de choisir, entre temps de transit moyen et temps d'apparition de la concentration maxima du colorant, le meilleur paramètre pour exprimer le transit intestinal.
- 3) d'étudier l'influence des variations de concentration en sodium (Na) et potassium (K) du perfusé, sur le temps de transit et par-tant, le volume et le diamètre du segment intestinal d'étude.

- un bref rappel historique,
- le matériel et les méthodes de travail,
- les résultats,
- nos commentaires et l'interprétation de nos résultats.

R A P P E L H I S T O R I Q U E

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2631 2632 2633 2634 2635 2636 2637 2638 2639 2640 2641 2642 2643 2644 2645 2646 2647 2648 2649 2650 2651 2652 2653 2654 2655 2656 2657 2658 2659 2660 2661 2662 2663 2664 2665 2666 2667 2668 2669 2670 2671 2672 2673 2674 2675 2676 2677 2678 2679 2680 2681 2682 2683 2684 2685 2686 2687 2688 2689 2690 2691 2692 2693 2694 2695 2696 2697 2698 2699 2700 2701 2702 2703 2704 2705 2706 2707 2708 2709 2710 2711 2712 2713 2714 2715 2716 2717 2718 2719 2720 2721 2722 2723 2724 2725 2726 2727 2728 2729 2730 2731 2732 2733 2734 2735 2736 2737 2738 2739 2740 2741 2742 2743 2744 2745 2746 2747 2748 2749 2750 2751 2752 2753 2754 2755 2756 2757 2758 2759 2760 2761 2762 2763 2764 2765 2766 2767 2768 2769 2770 2771 2772 2773 2774 2775 2776 2777 2778 2779 2780 2781 2782 2783 2784 2785 2786 2787 2788 2789 2790 2791 2792 2793 2794 2795 2796 2797 2798 2799 2800 2801 2802 2803 2804 2805 2806 2807 2808 2809 2810 2811 2812 2813 2814 2815 2816 2

De nombreuses méthodes ont été proposées pour la mesure du transit intestinal :

a) La plupart, connues de longue date, visent à mesurer le temps de transit intestinal total bouche-anus de substances ingérées non absorbées par l'intestin, qu'il s'agisse :

- de résidus alimentaires non absorbables (2)
- de très petits fragments de verre (2)
- de marqueurs colorés (carmin) (19)
- de substances radio-actives, Chrome surtout (11), Na 24 (15).

b) Certaines sont plus sélectives, s'adressant à la mesure du transit
vrai du grêle, de l'angle de Treitz à la valvule de Bauhin :

- substances iodées radio-opaques,
- capsule télémétrique servant à l'enregistrement des pressions intra-luminales, dont la progression peut être suivie radiologiquement (8).

c) La mesure du temps de transit dans un segment donné et limité du grêle, à partir de la courbe de dilution d'un colorant diffusible et non résorbable, a été pour la première fois appliquée à l'intestin par DILLARD et coll. (7). Le marqueur est introduit, au cours d'une perfusion à débit constant par triple sonde, en injection instantanée dans le segment d'étude dont la longueur est de 30 centimètres (7).

WHALEN et coll. (27) ont montré l'intérêt de cette mesure dans l'interprétation des résultats au cours des perfusions intestinales à sonde à trois lumières, avec segment de mélange.

BARREIRO et coll. (4), enfin, ont tenté d'établir les corrélations unissant ce temps de transit à la motricité intestinale appréciée par enregistrement de pressions.

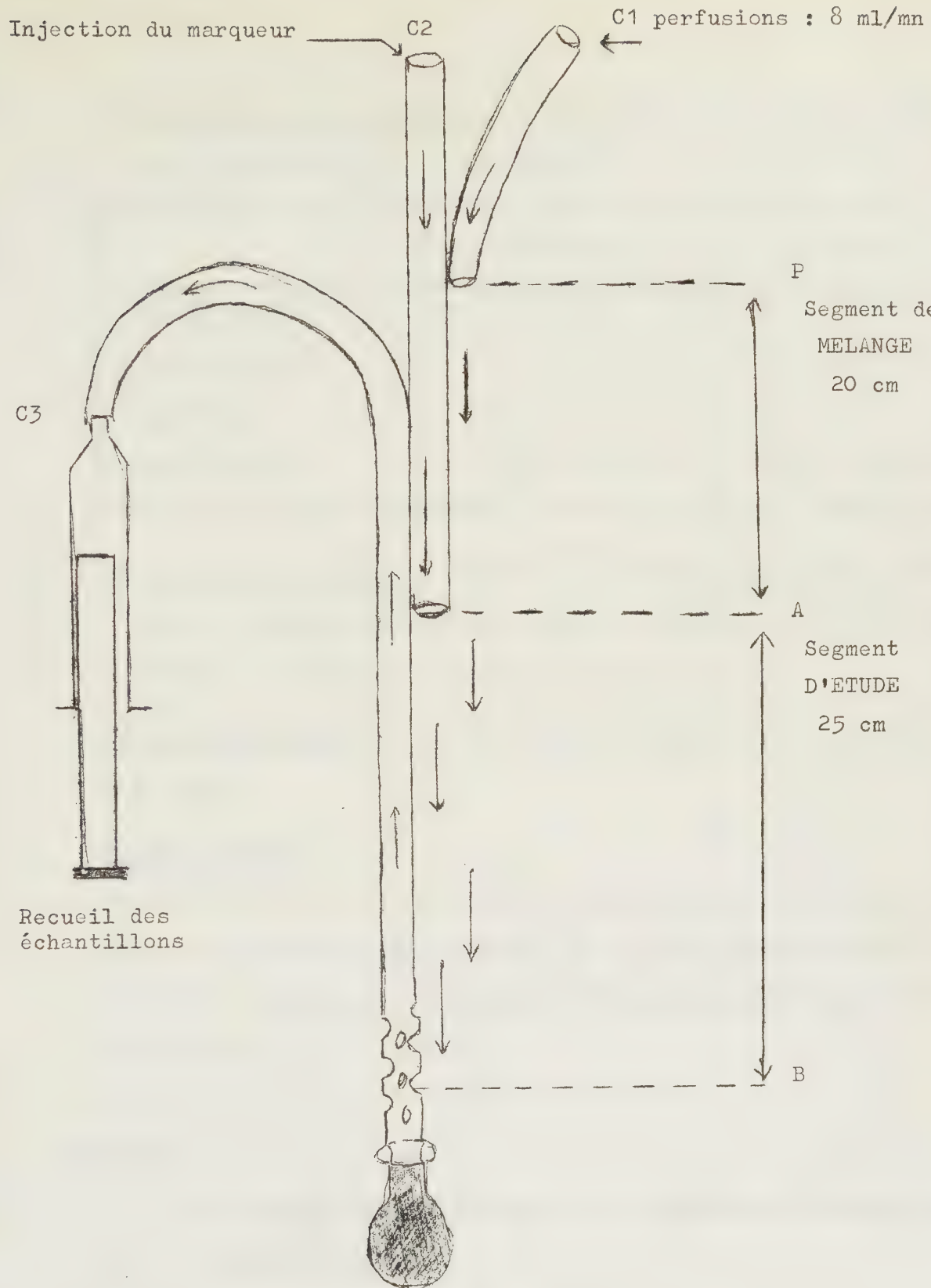


Fig. 1

Légende : Schéma de la triple sonde avec segment de mélange

- b) Deux solutions isotoniques (solutions I et II) ont été perfusées; leur composition est la suivante :

	Solution I	Solution II
Cl Na (mM)	130	20
Cl K (mM)	20	130
PEG * (g)	1	1
Eau distillée	qsp 1 litre	qsp 1 litre

- c) un débit de perfusion constant de 8 ml/mn est assuré au point A par une pompe Technicon raccordée au cathéter C1 : la solution d'étude est maintenue à 37° dans un bain-marie.

Le colorant utilisé est la Brome-Sulfone-Phtaléine (B.S.P.) en solution à 30 mg/ml.

Sujets perfusés

46 perfusions ont été pratiquées chez 26 adultes volontaires (14 hommes et 12 femmes) âgés de 20 à 70 ans (âge moyen 42 ans) indemnes de lésions digestives et notamment de troubles cliniques du transit intestinal.

METHODES

- A) Etablissement de la courbe de dilution du colorant dans le segment d'étude

1 - Mise en place de la sonde

La sonde est introduite par une narine avant un repas, sa pro-

* Le PEG 4000 (polyéthylène-glycol 4000) sert de marqueur des mouvements d'eau.

1. The first part of the document is a letter from the President of the United States to the Congress, dated January 3, 1862. It is a very important document, as it contains the President's annual message to Congress.

2. The second part of the document is a report from the Secretary of the Interior, dated January 3, 1862. It contains information about the land and resources of the United States.

3. The third part of the document is a report from the Secretary of the Treasury, dated January 3, 1862. It contains information about the financial state of the United States.

4. The fourth part of the document is a report from the Secretary of the War, dated January 3, 1862. It contains information about the military forces of the United States.

5. The fifth part of the document is a report from the Secretary of the Navy, dated January 3, 1862. It contains information about the naval forces of the United States.

6. The sixth part of the document is a report from the Secretary of the Department of the Interior, dated January 3, 1862. It contains information about the land and resources of the United States.

7. The seventh part of the document is a report from the Secretary of the Department of the Treasury, dated January 3, 1862. It contains information about the financial state of the United States.

gression étant assurée par la digestion. Une alimentation normale est donnée au sujet pendant cette progression, excluant néanmoins les aliments susceptibles d'obstruer les orifices de perfusion (fibres végétales surtout).

L'orifice de perfusion P est amené à 1 m. du nez, ce qui correspond à un segment d'étude situé entre 120 et 145 cm, donc dans le jéjunum moyen (en accord avec les travaux de BLANKENHORN (5) nous admettons que la distance nez-angle de Treitz est, par intubation, de 85 cm). Le délai nécessaire pour atteindre le jéjunum varie, selon les individus, de 12 à 36 heures : un repérage radiologique par injection d'un produit de contraste hydrosoluble, permet de vérifier la bonne mise en place de la sonde.

Le phénomène de tassement et de raccourcissement des anses grêles lors de la progression du tube (cause d'erreur importante sur de longues distances) est considéré comme négligeable le long des 25 cm du segment d'étude que nous admettons correspondre à 25 cm d'intestin grêle (21).

2 - Protocole expérimental

- Une période d'équilibration initiale précède le début des mesures : perfusion pendant une heure de la solution-test et amorçage de l'écoulement liquidien aux points A et B.

- Après ce délai, injection à la seringue par le cathéter C2 d'1/2 ml de solution de B.S.P. isolée entre 2 bulles d'air, suivie immédiatement de l'injection rapide d'un volume de solution-test calculé de sorte à faire progresser la colonne de B.S.P. dans l'espace mort de

C2 et à l'amener à une distance de sécurité de 0,25 ml du point d'injection A. (x)

- Après un nouveau délai de 5 minutes, nécessaire à la réobtention d'un état d'équilibre dans le segment d'étude (du fait de la perturbation créée par l'arrivée rapide de plusieurs millilitres de liquide dans l'intestin), 1 ml de perfusat est poussé en injection "instantanée" par le cathéter 2 qui est immédiatement clampé, ayant pour effet :

- . d'entraîner la colonne de B.S.P. dans le segment d'étude,
- . de déterminer le temps t_0 (déclenchement du chronomètre).

- Le prélèvement des échantillons se fait au point B par le cathéter N° 3, par simple siphonage ou légère aspiration en évitant de collaber l'intestin par une dépression trop forte : les échantillons, de volume constant (1,5 ml soit le quart de l'espace mort de C3) sont prélevés rapidement (en pratique en moins de 5 secondes) et régulièrement toutes les minutes.

L'apparition de la coloration dans les échantillons est appréciée par adjonction d'une goutte de soude N/10 : les prélèvements sont recueillis jusqu'à décoloration complète.

* Le grand volume de l'espace mort de C2 peut sembler constituer une difficulté à l'obtention d'un bon état d'équilibre dans le segment AB (nécessité d'injecter rapidement 6 ml en A) : en fait, bien que ce volume soit négligeable rapporté au volume intestinal, deux remèdes peuvent être apportés à cette critique : a) l'attente du délai de 5 minutes dont nous parlons plus haut; b) le remplacement de la triple sonde par une sonde à quatre tubulures, comportant un cathéter supplémentaire de très fin calibre ($\neq$ 1 mm) abouché immédiatement au-dessus de C1 donc en P et servant à l'injection de la B.S.P. : le temps de transit entre A et B est dans ce cas déterminé par la différence entre les temps de transit PB et PA.

3 - Dosages

- Le P.E.G. a été dosé selon la méthode turbidimétrique de Hyden (12).
- Les concentrations en sodium et en potassium ont été déterminées par spectrophotométrie de flamme.

- Le dosage colorimétrique de la B.S.P. a été fait par analyse spectrophotométrique à triple longueur d'onde (540 m μ , 580 m μ , 620 m μ) selon la méthode conseillée par Allen (1) pour la correction du spectre d'absorption dû aux impuretés.

4 - Construction de la courbe de dilution du colorant

Les variations de concentration en B.S.P. des échantillons (exprimée en mg par litre) rapportée graphiquement aux temps des prélèvements (en minutes) permettent d'obtenir une courbe de dilution dont les caractéristiques sont les suivantes (Fig. 2) :

- pente initiale rapidement croissante et linéaire,
- pic à sommet plus ou moins étalé,
- décroissance exponentielle, surtout, vérifiée en coordonnées semi logarithmiques (Fig. 4). Une courbe de dilution à décroissance non exponentielle révèle une perturbation et est évidente dès l'inspection (Fig. 3).

Plusieurs paramètres peuvent être définis à partir de cette courbe (Fig. 2) :

- le temps d'apparition du marqueur (T.A.),
- le temps d'apparition de la concentration maxima (T.C.M.),

doi:10.1017/S0022292412001619

1980 年 10 月 10 日

10

[illegible][illegible]
$$f(x) = \begin{cases} x^2 \sin \frac{1}{x} & x \neq 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases}$$
[illegible]

mg/l

Concentration
de la B.S.P.

A... Ben Solution II

TA : temps d'apparition de la BSP

TCM : temps de concentration maxima

TTM : temps de transit moyen

Td : temps de disparition du
colorant à partir du pic
de concentration

G : centre de gravité de la courbe.

Cm

100

50

TA

TCM

5

10

Td

15

20

Temps
min.

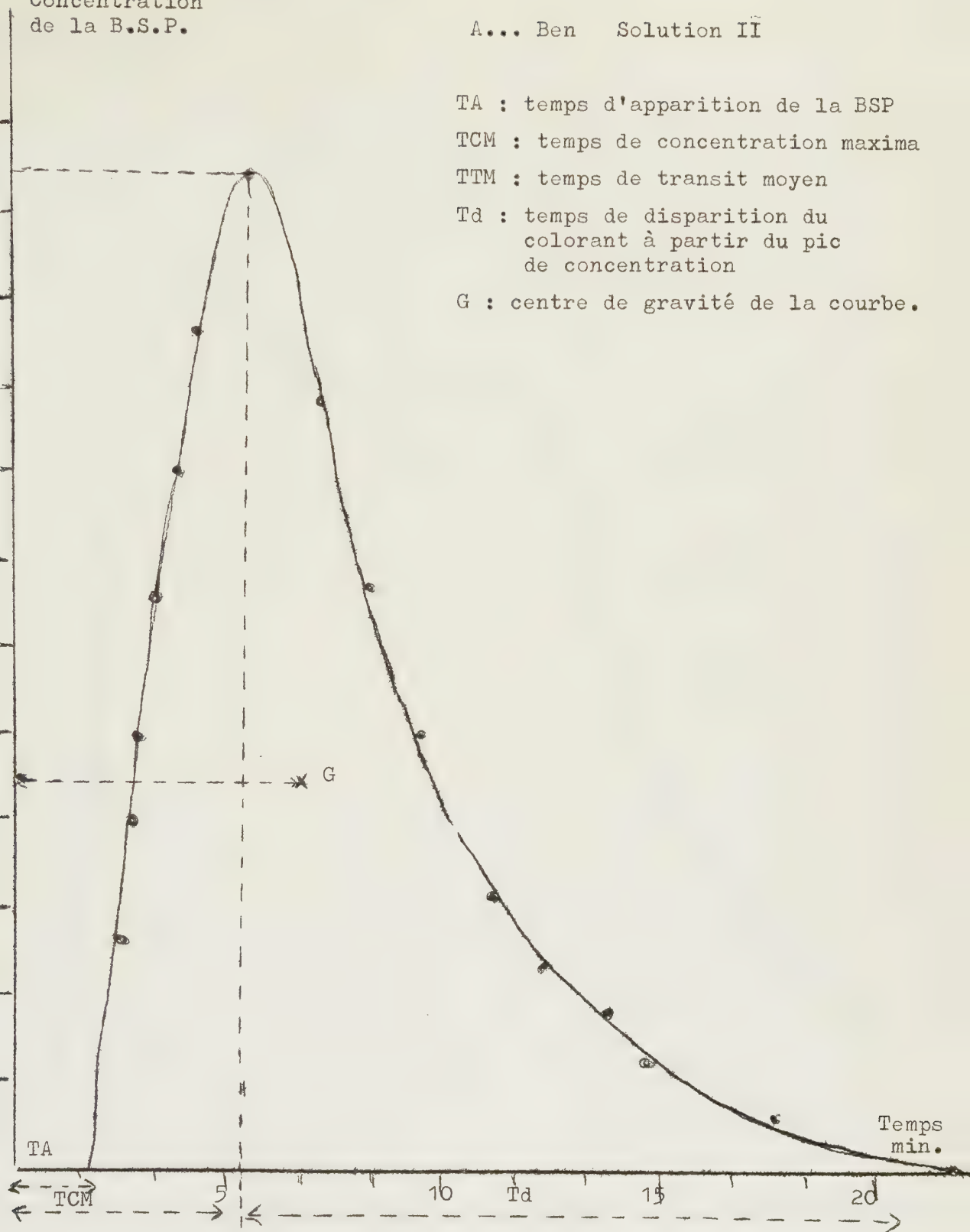
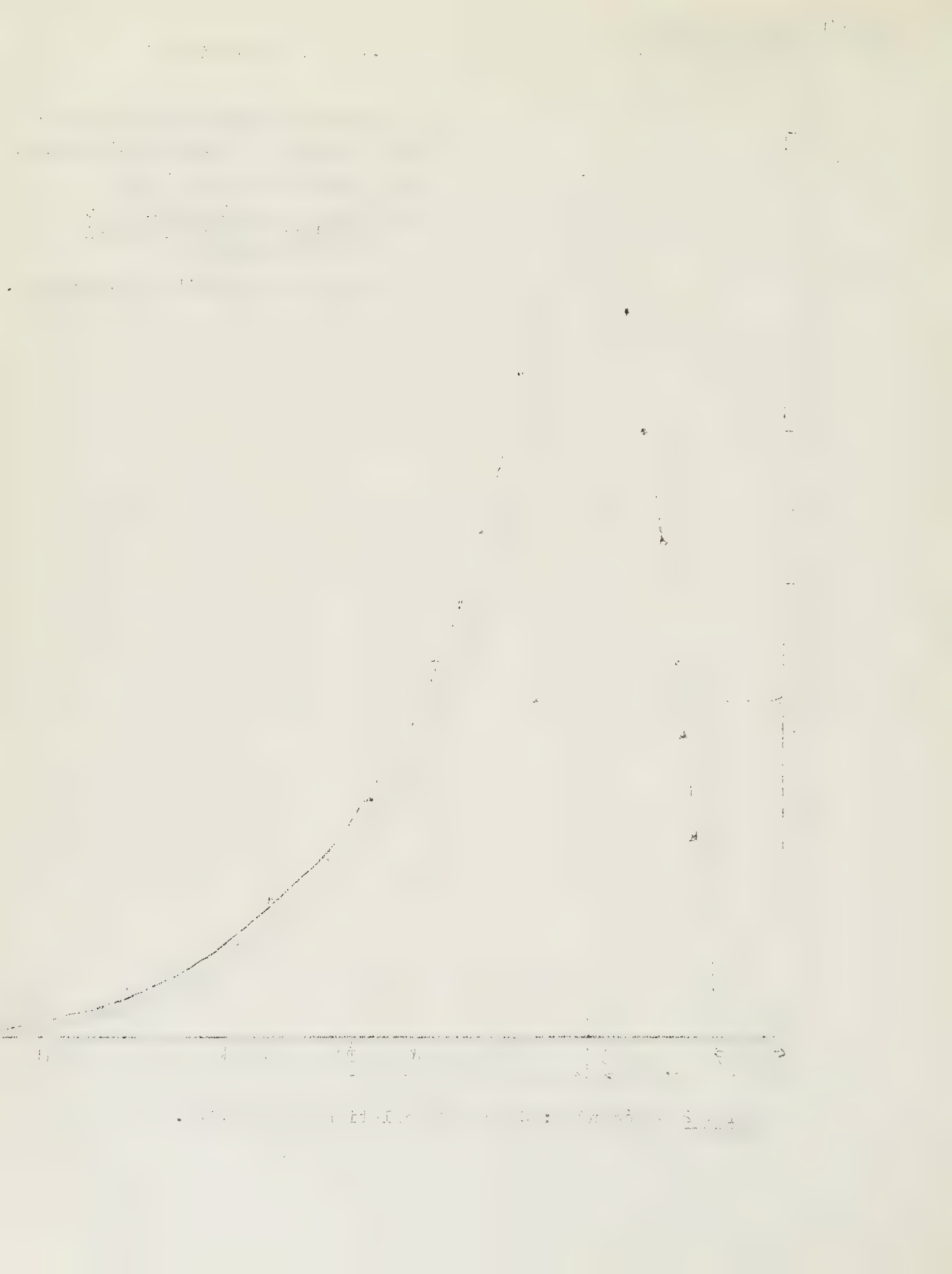


Fig. 2 - Légende : Courbe de dilution de la B.S.P.



mg/l

100

Concentration
de la B.S.P.

M... Mar.

Solution II

50

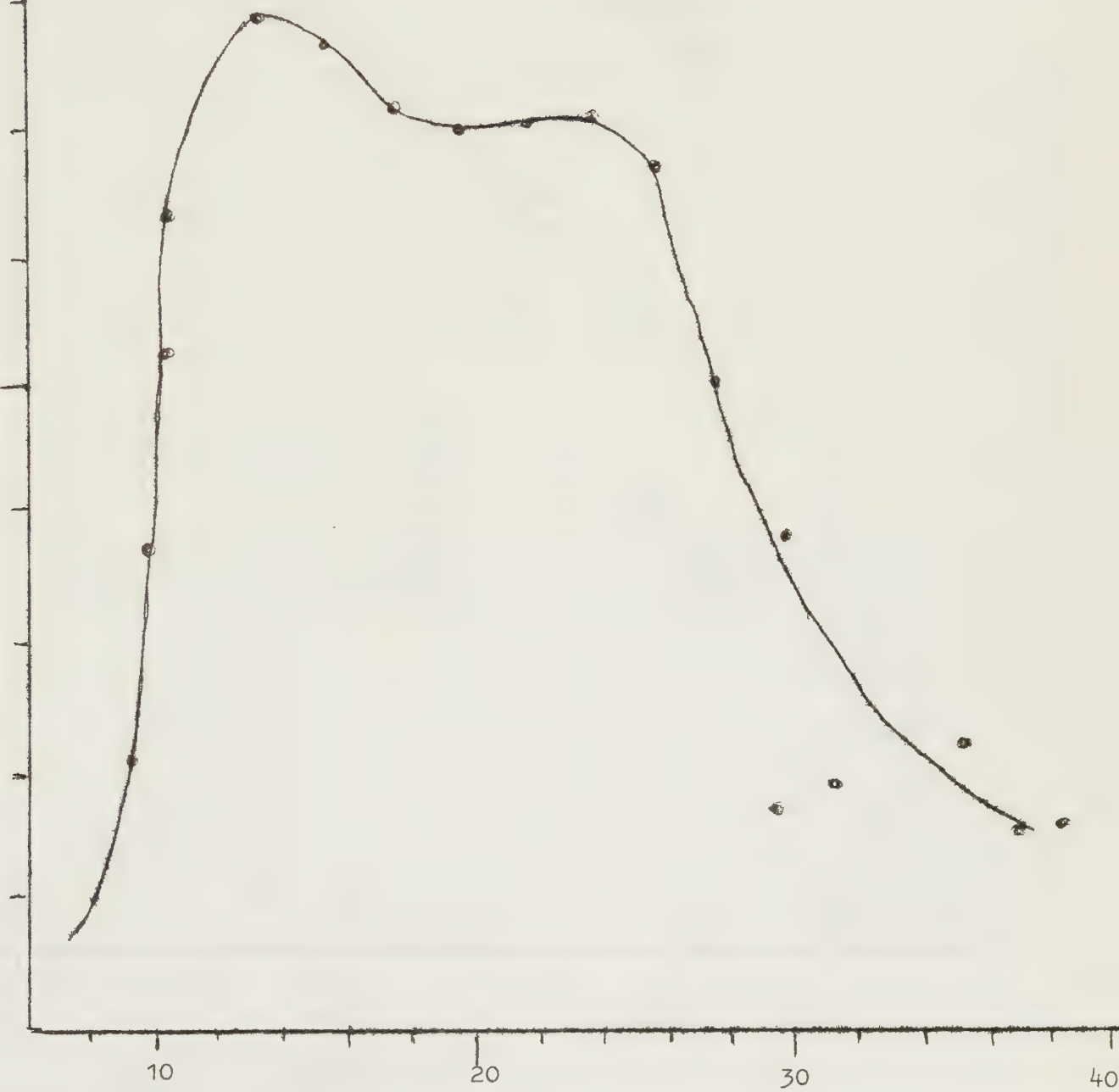
10

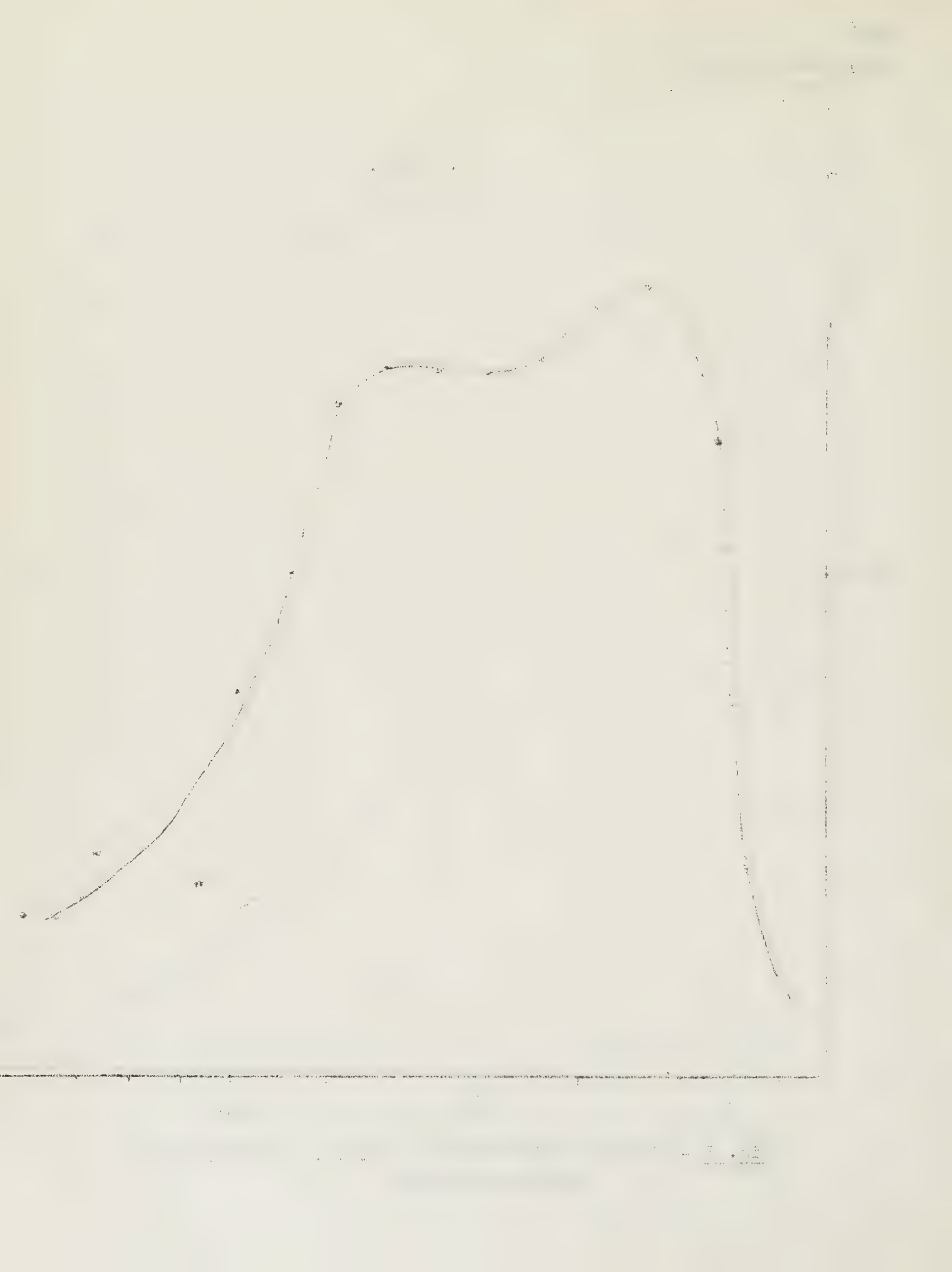
20

30

40

Fig. 3 - COURBE DE DILUTION DE LA B.S.P. A DECROISSANCE
NON EXPONENTIELLE





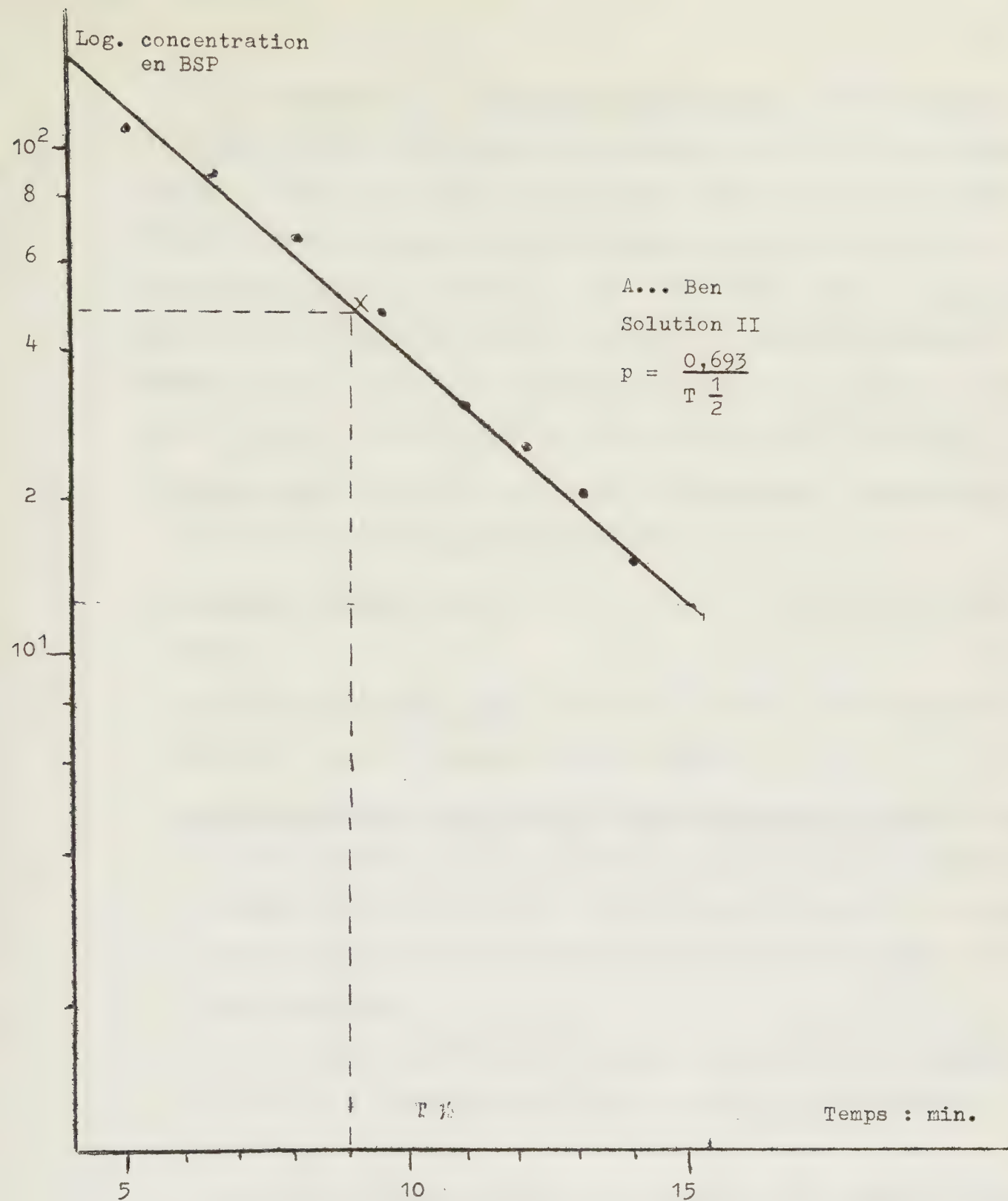


Fig. 4 - Légende : pente de la courbe de dilution
de la B.S.P.
(décroissance exponentielle)

- la période de décroissance exponentielle ($T \frac{1}{2}$) désignant le temps nécessaire à la demi-décroissance de la concentration maxima, sur la 2e pente de la courbe. Le caractère exponentiel de la partie descendante de la courbe permet d'affirmer que sont réalisées les 3 conditions validant la méthode : constance du débit dans le segment perfusé, homogénéité du mélange du marqueur au contenu intestinal, régularité de la motricité intestinale au cours de la période de mesure. Les 12 courbes à décroissance non exponentielle ont été écartées.

- la pente (p) de la droite exprimant la décroissance exponentielle en coordonnées semi-logarithmiques (Fig. 4).

- le temps de montée (T_m) séparant le début de l'ascension du sommet du pic.

- le temps de disparition (T_d) séparant le pic de concentration du point où la courbe rejoint l'axe des temps.

- le temps de transit moyen dans le segment intestinal d'étude ($T.T.M.$)

. Il a été calculé à partir du Centre de gravité G de la courbe de dilution entre les 2 points A et B du segment d'étude : G, lui-même, est déterminé à l'aide du fil à plomb sur une courbe tracée sur du carton homogène.

. Une démonstration mathématique simple permet en effet d'assimiler le T.T.M. à l'abscisse tg du Centre de gravité de la courbe, à la condition que :

a - le débit d'écoulement dans le segment AB soit constant pendant la période d'établissement de la courbe.

b - la perturbation amenée par l'injection unique de B.S.P. dans le perfusat soit négligeable et ne modifie pas le régime d'écoulement.

. Cette démonstration est la suivante :

soient . Q le débit permanent établi entre A et B (volume de perfusé par unité de temps).

. m la masse de colorant injecté en A.

1) Le temps de transit t d'une masse Δm de colorant est le temps mis par cette masse pour aller de A en B.

Le temps de transit moyen (T.T.M.) est la moyenne de ces temps t par rapport à toutes les masses Δm c'est à dire à la masse m de colorant :

$$T.T.M. = \frac{\sum t. \Delta m}{\sum \Delta m} = \frac{\sum t. \Delta m}{m} = \frac{\int t. dm}{m}$$

Le passage du signe $\sum$ à l'intégrale est licite lorsque les masses dm sont très petites et leur nombre très grand.

2) Si en B, on prélève une unité de volume de perfusé au temps t, on peut calculer la masse dm de colorant contenue dans cette unité de volume : elle est en effet donnée par la concentration Ct du colorant dans le perfusé au temps t.

En fait au temps t (entre $t - \frac{\Delta t}{2}$ et $t + \frac{\Delta t}{2}$),

il passe au point B un volume de perfusé égal à : $Q \times \Delta t$

(Δt est le temps pendant lequel on peut considérer la concentration Ct constante) : en calcul intégral ce volume est $Q \times dt$ (dt infiniment petit).

C'est dire que la masse dm de colorant contenue dans le volume ainsi défini est :

$$dm = Ct \times Q \times dt$$

3) Ayant calculé dm , on peut le remplacer par sa valeur dans la formule du T.T.M. donné au § 1.

$$\text{T.T.M.} = \frac{\int_0^{\infty} t. Ct. Q. dt}{\int_0^{\infty} Ct. Q. dt}$$

or Q étant constant :

$$\boxed{\text{T.T.M.} = \frac{\int_0^{\infty} t. Ct. dt}{\int_0^{\infty} Ct. dt}} \quad (A)$$

Ce T.T.M. est le temps de transit moyen du colorant entre les points A et B, mais, puisque la diffusion a lieu de même manière dans les 2 sens, c'est aussi celui du perfusé entre A et B.

4) Or, le centre de gravité d'une surface définie par :

- une courbe $y = f(x)$ (x variant de 0 à l'infini).
- l'axe des x
- l'axe des y

a une abscisse x_G donnée par la formule :

$$x_G = \frac{\int_0^{\infty} x. f(x). dx}{\int_0^{\infty} f(x). dx}$$

Si $y = Ct$ et $x = t$ Cette formule devient :

$$\boxed{x_G = \frac{\int_0^{\infty} t. Ct. dt}{\int_0^{\infty} Ct. dt}} \quad (B)$$

La formule (B) est identique à la formule (A) du T.T.M.

Au total $\boxed{(\text{T.T.M.} = x_G)}$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

(1911) If $\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$ then

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

M.I.I.M. (1) In the case of a function $f(x)$ and

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

Le calcul du temps de transit moyen par cette formule implique que la courbe $C = f(t)$ dont on détermine le centre de gravité soit tracée sur un papier ou un carton homogènes.

B) Calculs

1) Le débit liquidien dans le segment d'étude a été déterminé par deux méthodes :

a) à partir de la concentration en PEG d'échantillons prélevés régulièrement et à débit constant (1 ml par minute) aux points A et B, avant l'injection du marqueur : débit PEG moyen

(D_{PEG}^M)

$$D_{PEG}^M \text{ (ml/mn)} = \frac{D_{PEG}^A + D_{PEG}^B}{2}$$

où D_{PEG}^M est le débit moyen entre A et B

D_{PEG}^A est le débit en A

D_{PEG}^B est le débit en B

$$\text{or } D_{PEG}^A = 8 \times \frac{PEG_T}{PEG_A} \text{ et } D_{PEG}^B = 8 \times \frac{PEG_T}{PEG_B}$$

où PEG_T , PEG_A et PEG_B désignent respectivement les concentrations (g/l) en PEG des échantillons témoins, au point A et au point B. Au total :

$$D_{PEG}^M = 4 \times PEG_T \left(\frac{1}{PEG_A} + \frac{1}{PEG_B} \right)$$

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

Dans la pratique, la détermination du PEG_A nécessite une soustraction de 1 ml par mn de liquide en A. Mais au cours de la mesure du temps de transit cette soustraction n'a pas été effectuée, et nous l'avons donc négligée dans le calcul du débit moyen.

b) A partir de la surface de la courbe de dilution de la BSP (débit BSP ou D_{BSP}^B). Comme l'indique DILLARD (7) d'après ZIERLER (29) le début (en ml/mn) au point de recueil B est égal au rapport de la masse de BSP injectée (en mg) par la surface de la courbe de dilution de la BSP (en $\frac{mg}{ml \times mn}$).

5) Le volume (en ml) de la lumière du segment intestinal étudié est égal au produit :

débit moyen (ml/mn) x temps de transit intestinal moyen (mn)

soit $V_{PEG} = D_{PEG}^M \times TTM.$

6) Le diamètre intestinal moyen $(*)$ (en cm) du segment d'étude, est déterminé à partir du volume précédent (V_{PEG}) par la formule :

$$d \text{ (cm)} = 2 \sqrt{\frac{V_{PEG} \text{ (ml)}}{\pi \times 25 \text{ (cm)}}} \quad \begin{array}{l} 25 \text{ cm : longueur du} \\ \text{segment d'étude.} \end{array}$$

7) La vitesse moyenne de transit intestinal (en cm/mn) dans le segment d'étude est égale au rapport : $\frac{25}{T.T.M. \text{ (mn)}}$

(*) Ce diamètre est un diamètre intestinal moyen calculé à titre indicatif en assimilant le segment d'étude à un cylindre droit, plein : en réalité, il s'agit très probablement d'un "serpentin" de calibre variable d'un point à l'autre et d'un instant à l'autre. La substitution du diamètre au volume dans les corrélations statistiques ne change en rien les résultats, puisque le volume est le produit du diamètre par une constante.

8) Calcul des mouvements nets (F^N) de Na, K et OH_2 dans le segment d'étude :

$$F^N_{\text{OH}_2} = D^B_{\text{PEG}} - D^A_{\text{PEG}}$$

$$F^N_{\text{Na}, \text{K}} = \left[C^B_{\text{Na}, \text{K}} - D^B_{\text{PEG}} \right] - \left[C^A_{\text{Na}, \text{K}} - D^A_{\text{PEG}} \right]$$

où $C^B_{\text{Na}, \text{K}}$ désignent les concentrations en Na, K en mEq/l

$F^N_{\text{Na}, \text{K}}$ sont exprimés en mEq/mn

et $F^N_{\text{OH}_2}$, D^B_{PEG} et D^A_{PEG} en ml/mn

C) Séquences expérimentales : Deux types d'expériences ont été réalisés :

1) Etude de la constante du temps de transit intestinal, à une heure d'intervalle, par deux mesures faites au cours d'une même perfusion (Fig. 6).

15 perfusions ont été pratiquées dont :

8 avec la solution I riche en sodium

7 avec la solution II riche en potassium.

2) Etude de l'influence de la composition des perfusats sur le temps de transit, le volume et le diamètre intestinaux moyens du segment d'étude (Fig. 5) :

20 sujets ont été perfusés avec la solution I

15 sujets ont été perfusés avec la solution II.

Perfusion
de la
solution I
(Na = 130
K = 20)

Injection
de BSP

Perfusion
de la
solution II
(Na = 20
K = 130)

Injection
de BSP

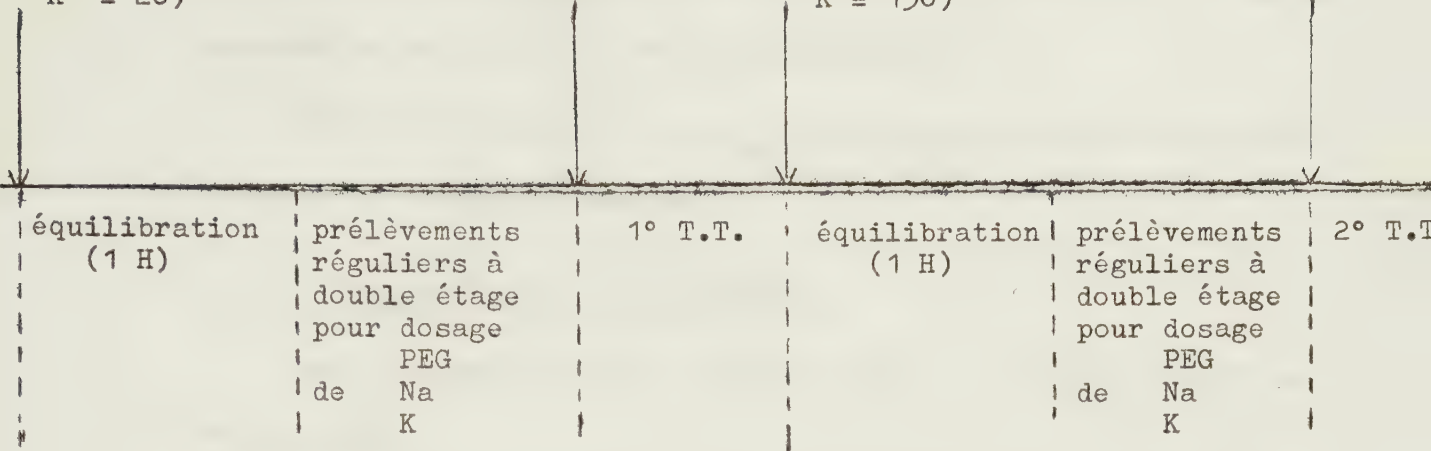


Fig. 5 - COMPARAISON DU TEMPS DE TRANSIT AU COURS DE LA PERFUSION DE DEUX SOLUTIONS A CONCENTRATIONS RECIPROQUES :
PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Début de la
perfusion

Injection de
la BSP

Injection de
la BSP

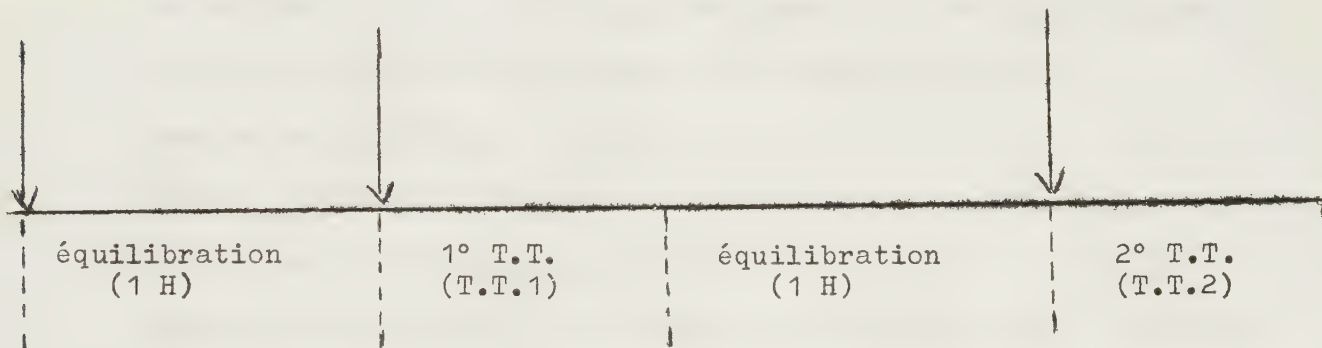


Fig. 6 - CONSTANCE DU TEMPS DE TRANSIT, PENDANT LA PERFUSION D'UNE SOLUTION D'ETUDE :
PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Soit au total 35 expériences dont 7 ont consisté en une perfusion successive de solution I et de solution II.

Dans 21 perfusions, le D_{PEG} a été déterminé dans les conditions précédemment décrites.

D) Interprétation des résultats

Les résultats ont été analysés selon les méthodes usuelles de statistique :

- expression par un écart-type de la dispersion des moyennes ($M \pm 1 \text{ DS}$),
- détermination des coefficients de corrélation entre séries appropriées,
- recherche de différences statistiquement significatives ($p \leq 0,05$) ou non entre séries sélectionnées, par le test t appliqué la cas échéant aux différences couplées.

Les analyses suivantes ont été faites :

- corrélation T.T.M. - T.C.M.
- comparaison $T.T.M._1$ - $T.T.M._2$ (désignant les deux T.T.M. mesurés à une heure d'intervalle au cours d'une même perfusion).
- comparaison $T.T.M._{Na}$ - $T.T.M._K$
($T.T.M._{Na}$ désignant le temps de transit moyen de la solution I, $T.T.M._K$ celui de la solution II).
- comparaison du volume et du diamètre intestinal moyen, calculés à partir du PEG avec les mêmes grandeurs calculées à partir de la courbe de dilution.

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..

- corrélation entre la période de décroissance exponentielle, le temps de transit intestinal moyen et le temps de concentration maxima, pour les solutions I et II.
- comparaison du diamètre intestinal moyen (déterminé à partir du débit PEG) au cours des perfusions de solution riche en sodium et de solution riche en potassium.
- enfin, corrélation entre le temps de transit intestinal moyen et l'absorption du sodium et du potassium dans le segment d'étude.

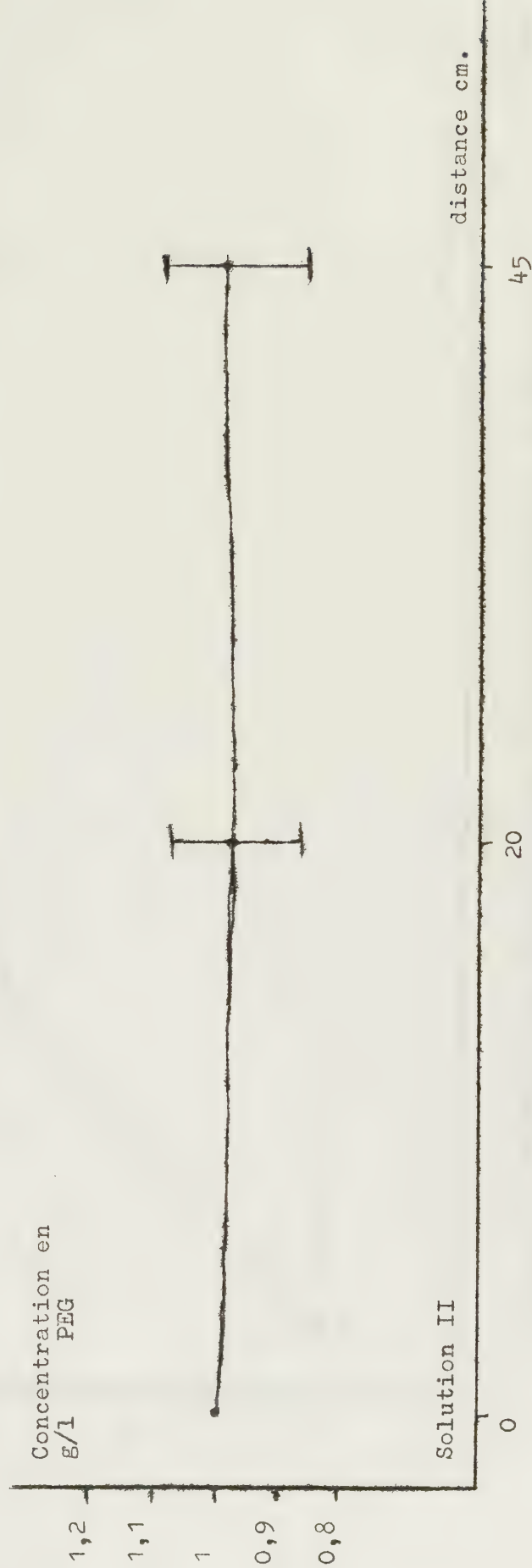
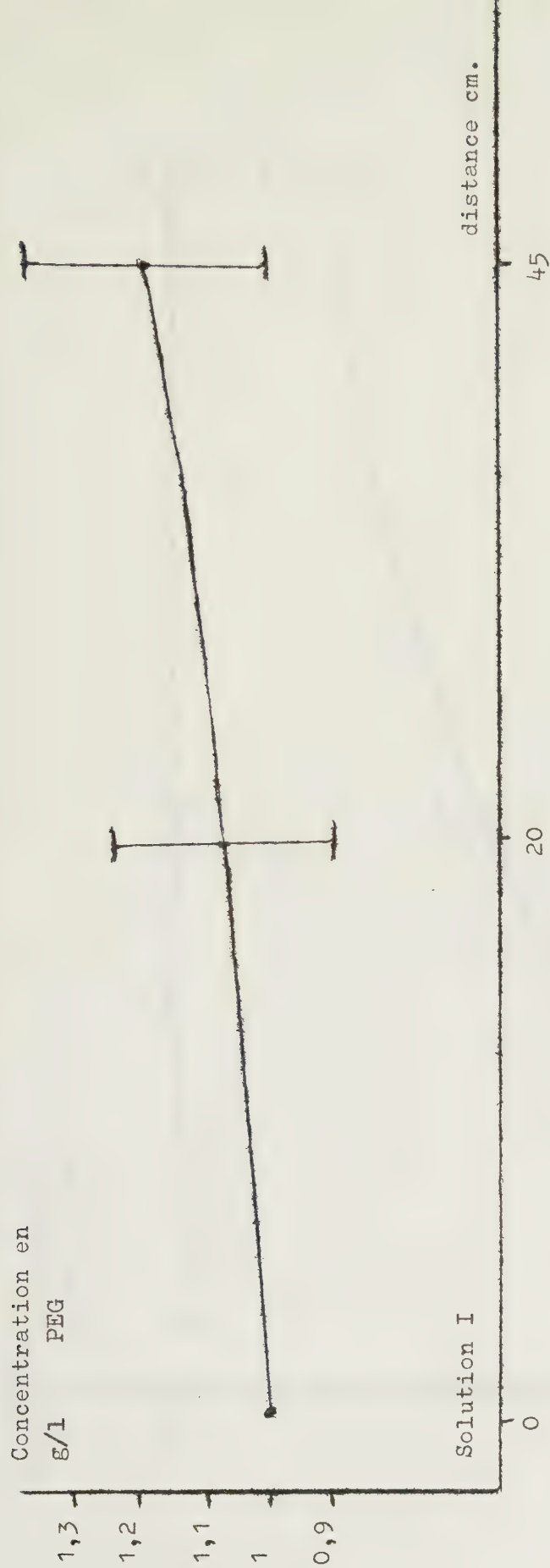


Fig. 7 - EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE PEG DU POINT DE PERFUSION P
AU POINT DE RECUEIL B



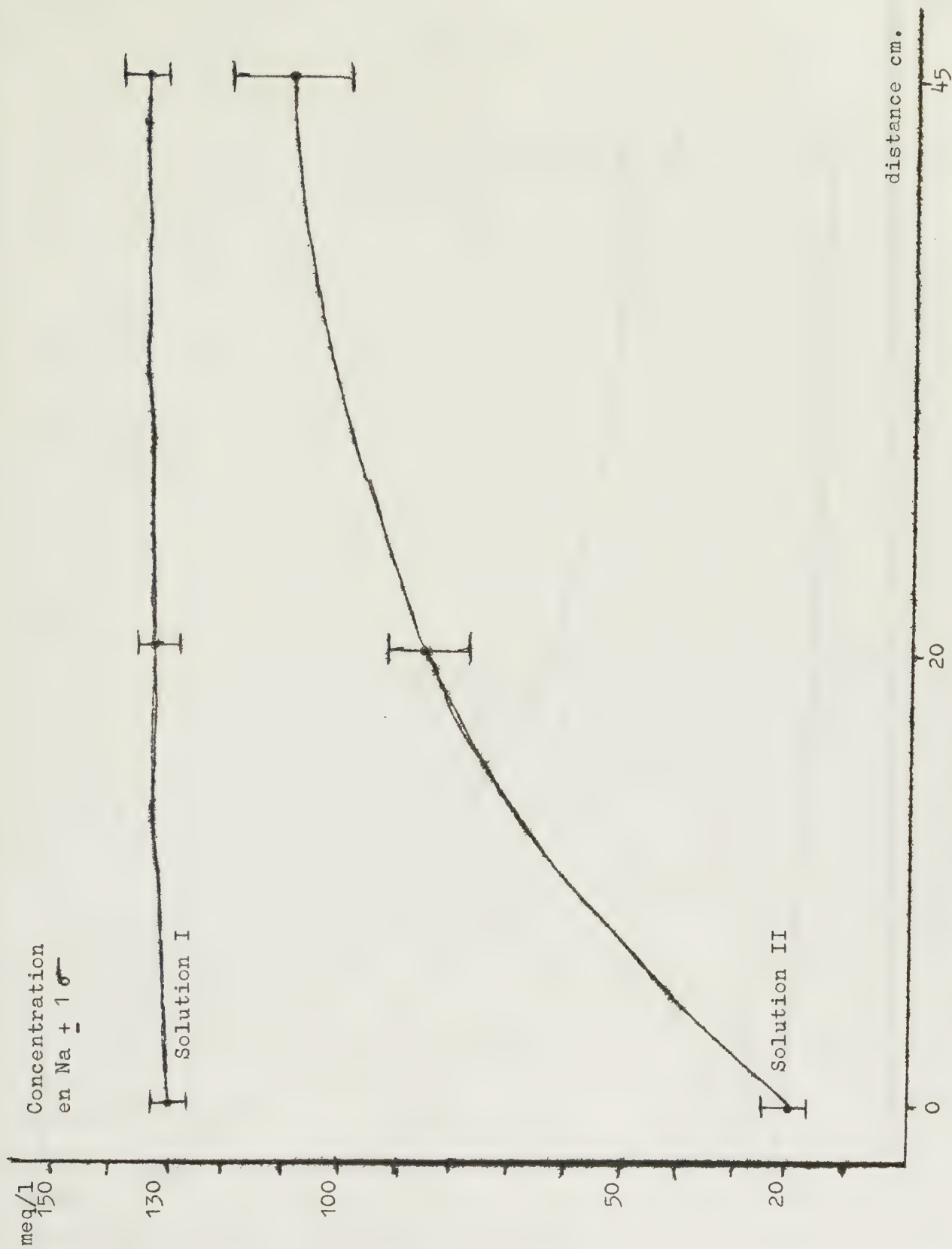


Fig. 8 - EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE SODIUM, DU POINT DE PERFUSION P
AU POINT DE RECUEIL B

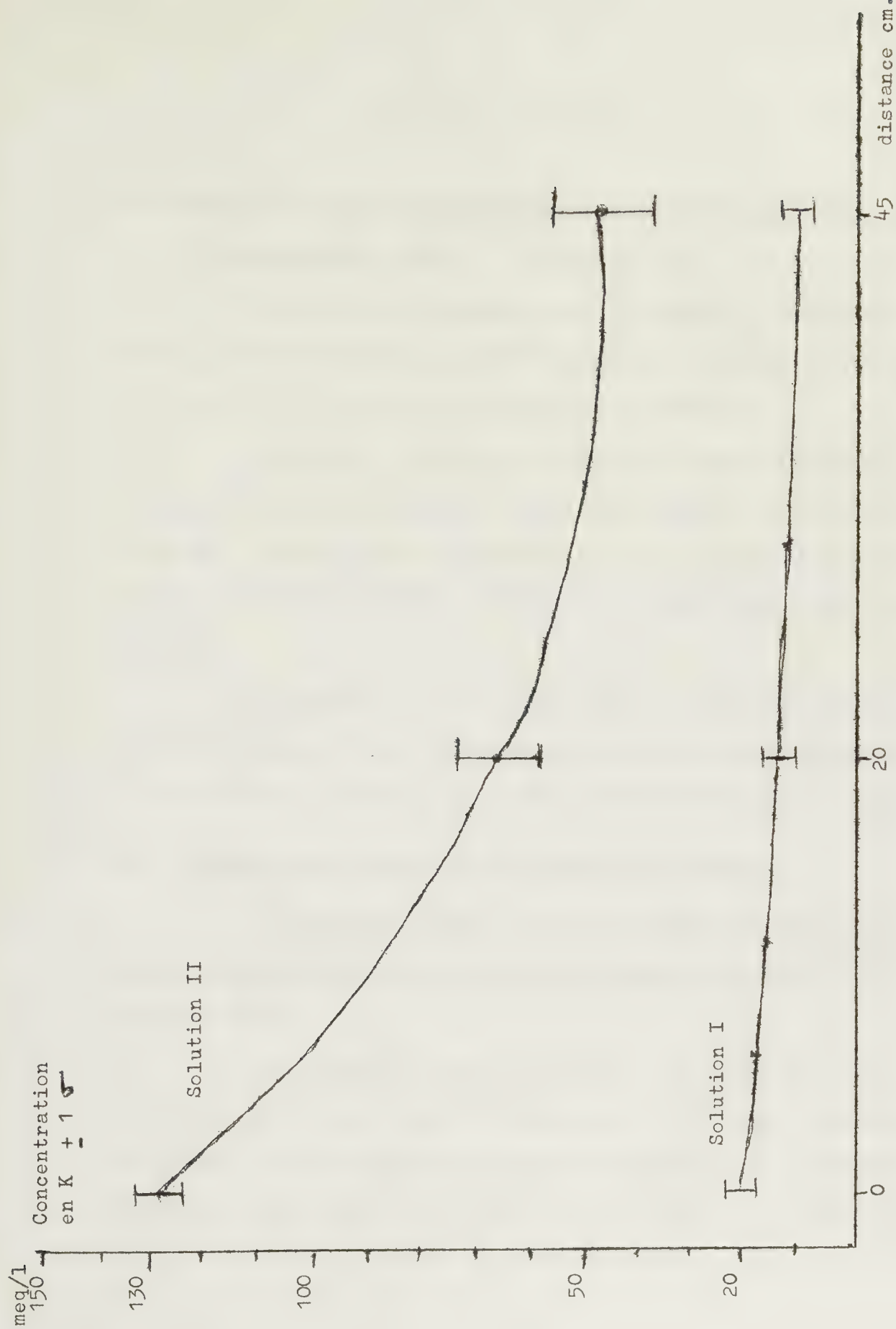


Fig. 2 - EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE POTASSIUM, DU POINT DE PERFUSION P
AU POINT DE RECUEIL B

THE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION

UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE

WASHINGTON, D. C. 20535

TELEPHONE (202) 452-2000

TELETYPE (202) 452-2000

MAIL ROOM (202) 452-2000

RECORDS MANAGEMENT (202) 452-2000

TRAINING (202) 452-2000

IDENTIFICATION (202) 452-2000

LABORATORY (202) 452-2000

LEGAL COUNSEL (202) 452-2000

COMMUNICATIONS SECTION (202) 452-2000

ADMINISTRATIVE SERVICES (202) 452-2000

INVESTIGATIVE SERVICES (202) 452-2000

TECHNICAL SERVICES (202) 452-2000

RESEARCH AND ANALYSIS (202) 452-2000

INFORMATION SYSTEMS (202) 452-2000

CRIMINAL INVESTIGATION (202) 452-2000

CIVIL RIGHTS DIVISION (202) 452-2000

CONSUMER PROTECTION DIVISION (202) 452-2000

SECURITY DIVISION (202) 452-2000

TABLEAU I : SITUATION HYDROELECTROLYTIQUE (OH₂, Na, K), DEBITS, VOLUME ET DIAMETRE
DU SEGMENT INTESTINAL D'ETUDE AU COURS DE 21 PERFUSIONS (※)

CAS	Sol.	Na		K		OH ₂				Volume segment AB ml	Diamètre segment AB cm
		Conc. moy. mEq/l	Flux net mEq/mn	Conc. moy. mEq/l	Flux net mEq/mn	Flux net ml/mn	D.moy. PEG ml/mn	D.PEG en B ml/mn	D.BSP en B ml/mn		
SAA..	I	138,0	- 118	12,2	- 23,3	- 0,8	7,72	7,18	15,60	67,16	1,84
	II	85,0	+ 156	66	-132	+ 0,2	8,15	8,30	11,80	125,51	2,52
ABD..	I	128,5	- 30,9	10,5	- 12,1	- 0,2	5,20	5,01	9,50	81,90	2,03
	II	102,0	+ 93,4	46	-194	- 0,7	7,10	6,68	8,90	186,37	3,06
CAL..	I	136	- 120	12,6	-32	- 0,8	7,45	6,88	8,25	65,19	1,81
	II	90	+ 89	60	-199	- 0,6	8,62	8,30	15,80	71,97	1,90
ALO..	I	130,5	-113,6	11,3	- 31	- 0,8	8,29	7,99	8,10	68,80	1,86
	II	92	+ 176	55	-181	- 0,3	9,00	8,89	6,20	46,35	1,52
FLO..	I	136	- 146	12,1	- 32,5	- 1,0	7,12	6,54	8,20	98,47	2,22
	II	90	+ 262,6	59	-156,6	- 0,3	8,23	8,36	10,90	180,65	3,02
DEM..	I	130,7	- 69,1	13,9	- 22,6	- 0,6	7,16	6,82	-	103,5	2,34
	II	96,7	+ 109	62,0	-121	+ 0,3	8,40	8,57	-	127,3	2,60
LOU..	I	133,6	- 102,0	11,6	- 21,0	- 0,6	6,85	6,32	-	104,3	2,35
	II	79,7	+ 216,0	78,3	-258,0	+ 0,1	9,02	9,07	-	172,8	3,02
AOU..	I	136,5	- 77,2	10,1	- 28,1	- 0,6	7,47	7,12	8,80	162,84	2,86
	I	134,5	- 37,1	10,2	- 19,8	- 0,4	7,77	7,54	10,60	111,11	2,77
BRU..	I	138,1	- 56,2	11,5	- 19,4	- 0,5	8,61	8,43	7,42	55,10	1,66
	I	134,5	- 57,4	12,1	- 25,2	- 0,46	7,86	7,78	15,50	76,73	1,97

BOU.	I	135,5	- 127,4	10,4	- 27,2	- 0,9	6,72	6,18	9,76	55,44	1,71
LIN.	II	97	+ 131	50,5	-147	- 0,02	10,0	9,89	11,70	134,00	2,67
LAR.	II	101	+ 95,4	52	-116,9	- 0,1	7,31	7,21	8,90	150,59	2,75
Moy.	I	134,5 + 3,0	- 87,6 + 37,7	11,4 +0,9	- 24,5 + 6,0	- 0,7 + 0,2	7,35 +0,88		10,17 +2,98	87,5 +30,7	2,09 +0,35
+ 1DS	II	94,3 + 5,9	112,9 +117,8	55,6 +6,1	-167 + 45	- 0,1 + 0,4	8,42 +0,89		10,60 +3,02	132,8 +47,9	2,56 +0,53

(*) Pour les flux nets, le signe - indique une absorption (flux in), le signe + une sécrétion dans la lumière intestinale (flux out).

donné, le temps de transit moyen est toujours plus long que le temps d'apparition de la concentration maxima.

. Pour l'ensemble des solutions I et II ($n = 46$), il existe une corrélation statistique très significative entre le T.T.M. et le T.C.M. ($r = 0,90$, $p < 0,001$).

. L'analyse des résultats pour chaque type de solution prise isolément montre que : pour la solution I ($n = 26$) la corrélation est très forte (Fig. 10) ($r = 0,98$) et significative ($p < 0,001$), et la droite de régression du T.C.M. sur T.T.M. ($y = 0,97 x - 1,4$) est parallèle à la bissectrice des axes. Pour la solution II ($n = 20$), la corrélation bien que très significative ($p < 0,001$) est moins forte ($r = 0,83$), et la droite de régression de T.C.M. sur T.T.M. ($y = 0,58 x + 2,4$) s'écarte de la bissectrice des axes de sorte que la différence (T.T.M. - T.C.M.) augmente avec la durée du temps de transit (Fig. 11).

b) Corrélation entre la période de décroissance exponentielle de la courbe de dilution ($T \frac{1}{2}$), le temps de transit moyen et le temps de concentration maxima

La différence (T.T.M. - T.C.M.) est toujours positive ce qui, en d'autres termes, indique que les courbes de dilution sont asymétriques par rapport au pic de concentration : le temps de disparition du colorant à partir du T.C.M. est plus long que le T.C.M. lui-même. Cette différence paraît être, à priori, une fonction directe de la décroissance de la courbe. Nous l'avons vérifié en étudiant sa corrélation avec $T \frac{1}{2}$: cette corrélation est bonne pour l'ensemble des

TABLEAU II - Valeurs comparatives du T.T.M. et du T.C.M. pour
46 mesures

NOMS	Sol.	T.T.M. mn	T.C.M. mn	NOMS	Sol.	T.T.M. mn	T.C.M. mn
PON..	I	12,50	12,00	BRA..	II	11,25	11,00
	I	9,00	8,00		II	13,00	11,50
BOU..	I	8,25	7,50	KLA..	II	24,00	10,00
	I	11,66	10,00		II	30,00	20,00
ZAD..	I	15,50	13,50	DIA..	II	21,50	15,00
	I	18,16	16,60		II	25,66	19,00
DYM..	I	9,50	8,00	BEN..	II	6,40	5,00
	I	10,00	6,00		II	9,05	6,50
LIN..	I	22,50	22,00	LIN..	II	13,40	10,50
	I	17,75	16,00		II	11,15	5,70
SAD..	I	17,50	13,60	ZAD.	II	15,42	10,00
	I	19,75	18,50		II	12,58	10,00
MAM..	I	22,95	22,50	FRA..	II	12,50	10,70
	I	27,15	21,50		II	16,30	10,80
ROD..	I	11,16	9,00	LAR..	II	20,60	12,00
	I	8,33	5,00				
AOU..	I	21,80	19,80	CAL..	I	8,75	6,50
					II	8,35	6,90
POZ..	I	14,50	11,25	ABD..	I	15,75	15,00
					II	26,25	20,00
BRU..	I	6,40	3,60	SAA..	I	8,70	7,50
					II	15,40	9,30
LEB..	I	9,75	8,00	ALO..	I	8,30	6,00
					II	5,15	5,80
AMA..	I	8,25	7,00	ELO..	I	13,83	11,00
					II	21,95	18,00

TCM
min.

$$y = 0,97 x - 1,4$$

$$r = 0,98$$

$$P < 0,001$$

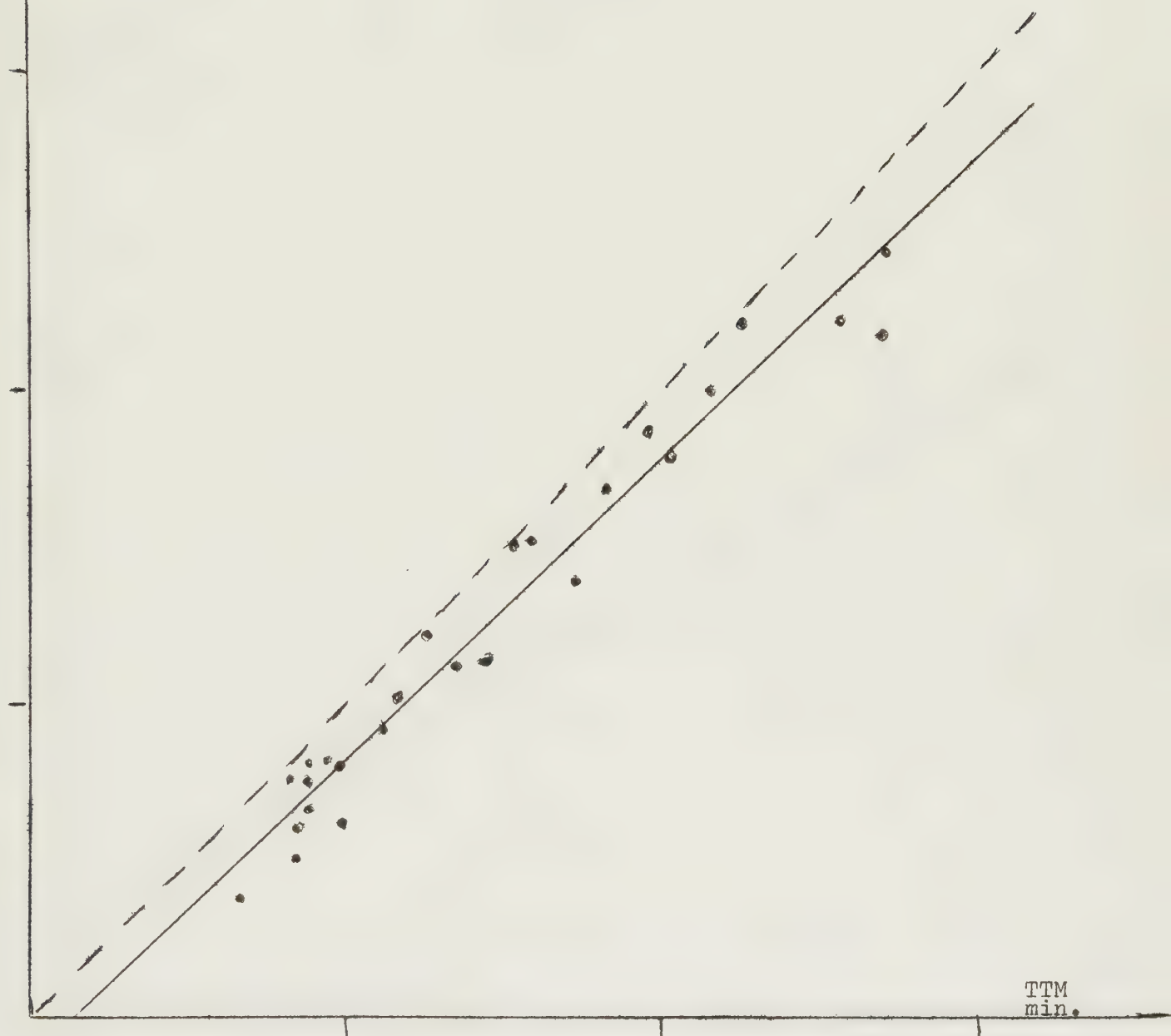


Fig. 10 - CORRELATION TCM - TTM POUR LA SOLUTION I

(RICHE EN Na)

$$y = 0,58 x + 24$$

$$r = 0,83$$

$$P < 0,001$$

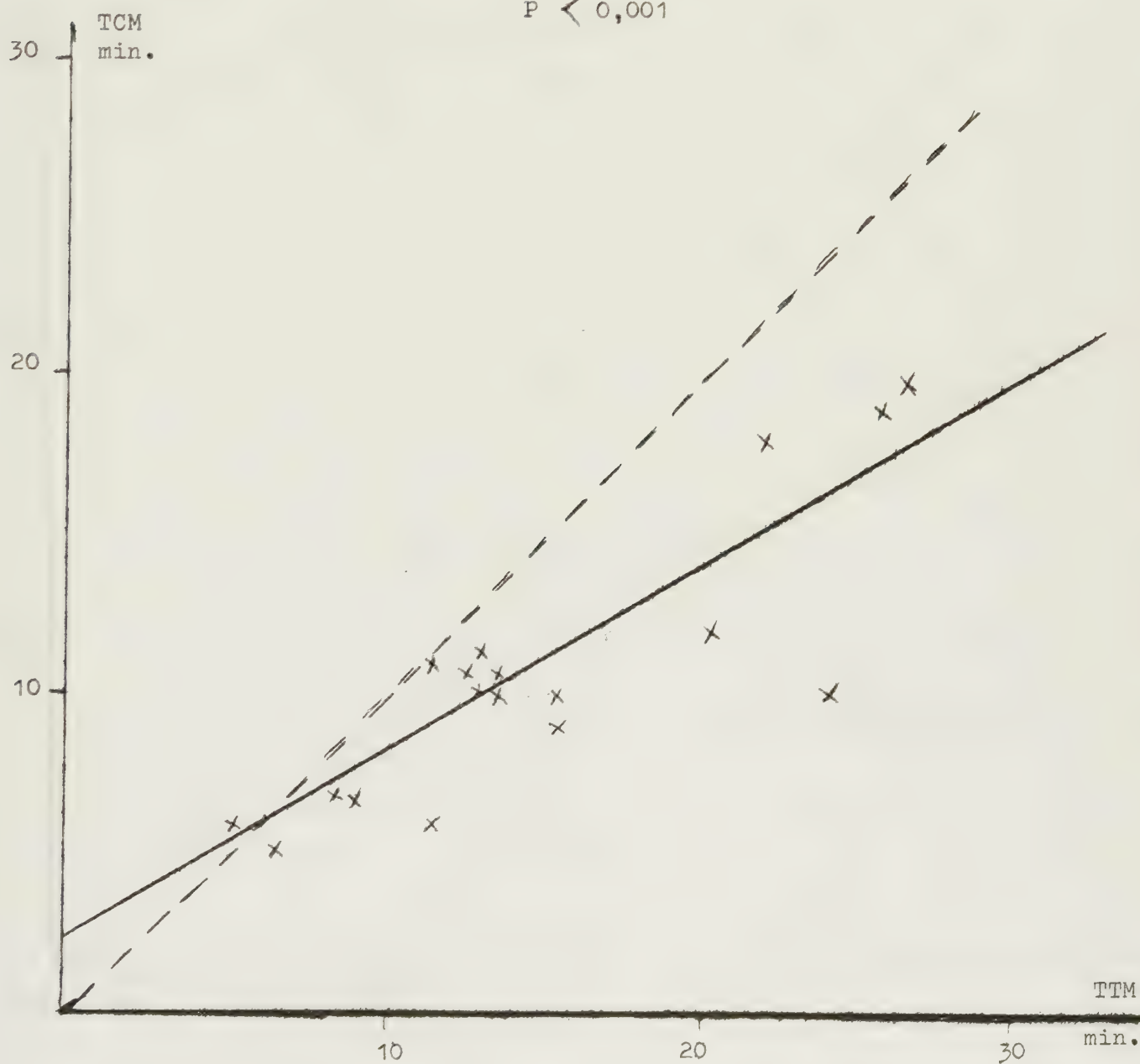


Fig. 11 - CORRELATION TCM - TTM POUR LA SOLUTION II
(RICHE EN K)

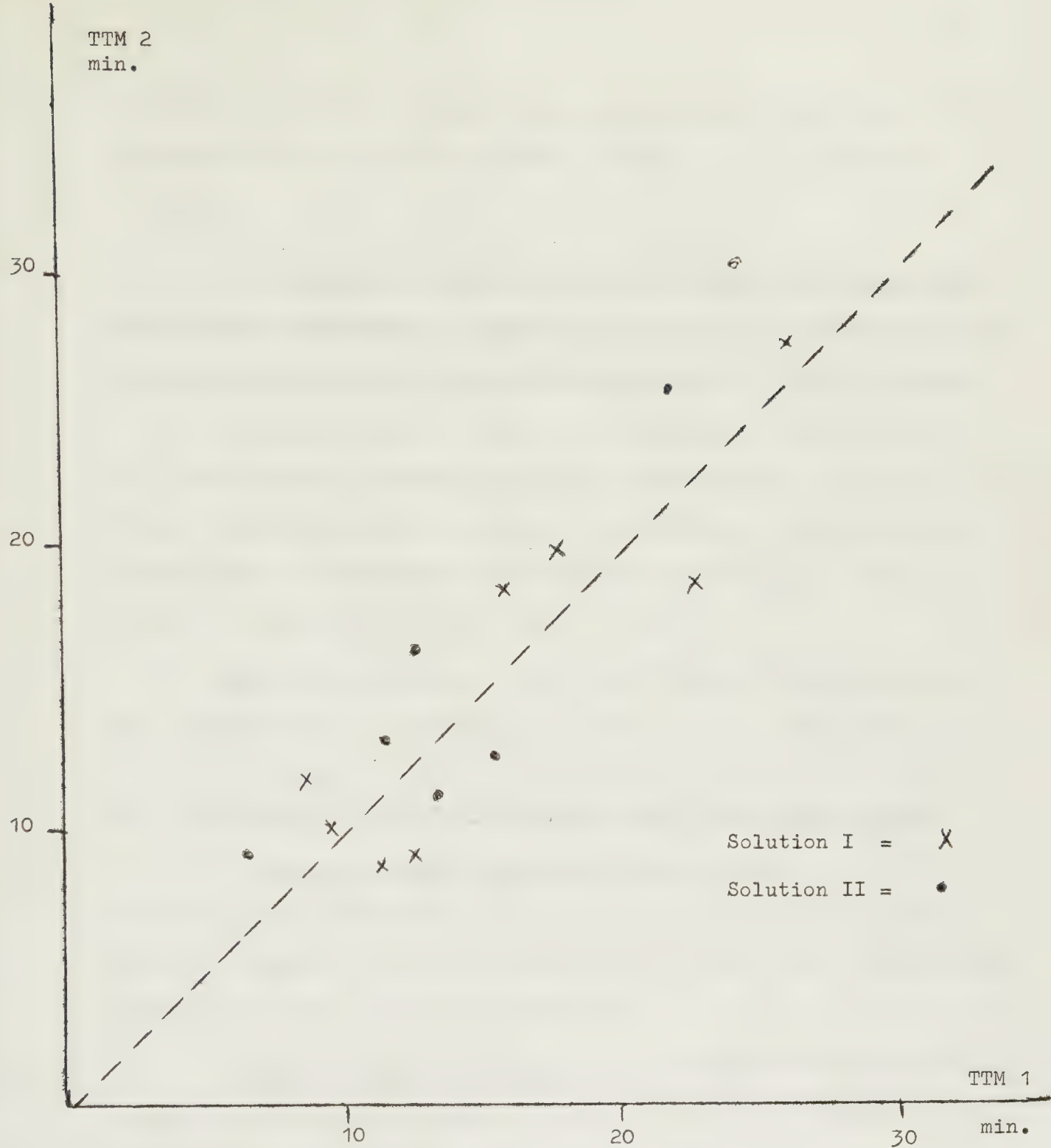


Fig. 12 - STABILITE DU TEMPS DE TRANSIT MOYEN, MESURE DEUX FOIS,
A UNE HEURE D'INTERVALLE, AU COURS D'UNE MEME PERFUSION

solutions ($r = 0,75$, $p < 0,01$) comme pour chacune d'entr'elles (solution I : $r = 0,67$ et $p < 0,001$; solution II : $r = 0,72$ avec $p < 0,01$).

c) Comparaison du débit de sortie du segment d'étude évalué à partir des variations de concentration du PEG (D_{PEG}^B) à celui calculé à partir de la surface de la courbe de dilution (D_{BSP}^B) (Tableau I).

Elle montre, par le test t des différences couplées, que D_{BSP}^B est significativement ($p < 0,01$) plus grand que D_{PEG}^B ($n = 17$) : il est à noter que même en écartant 3 résultats de D_{BSP}^B franchement discordants, la différence reste significative ($D_{PEG}^B - D_{BSP}^B = - 1,71 \pm 1,89$ ml avec $p < 0,01$ pour $n = 14$).

Nous avons conservé le seul débit PEG pour l'exploitation de nos résultats. Nous justifierons ce choix dans nos commentaires.

III - Stabilité du temps de transit au cours d'une même perfusion

a) Temps de transit intestinal moyen (T.T.M.)

La comparaison statistique, par le test t des différences couplées, des T.T.M. mesurés à 1 heure d'intervalle au cours d'une même perfusion (T.T.M.₁ et T.T.M.₂) fait apparaître que :

- pour la solution I (riche en Na), la moyenne des différences (T.T.M.₁ - T.T.M.₂) est de $0,1 \pm 3,1$ mn ($n = 8$) et ne diffère pas significativement de 0 ($p < 0,90$) (Fig. 12).

- pour la solution II (riche en K), la deuxième mesure est en moyenne plus longue que la première de deux minutes, mais la différence

$T.T.M._1 - T.T.M._2$ ($- 2 \pm 3,3$ mn) ne diffère pas non plus significativement de $0 < 0,10 < p < 0,20$ pour $n = 7$).

Au total le T.T.M. ne varie pas de façon significative, pour un segment d'étude donné et une solution donnée, pendant la durée de perfusion de la solution test.

b) Temps d'apparition de la concentration maxima (T.C.M.) :

Comme le laissait prévoir la forte corrélation entre T.T.M. et T.C.M., il n'existe pas non plus de variations significatives du T.C.M., entre deux mesures ($T.C.M._1$ et $T.C.M._2$) faites à une heure d'intervalle au cours d'une même perfusion. Pour la solution I comme la solution II, la moyenne des différences ($T.C.M._1 - T.C.M._2$) ne diffère pas significativement de 0 ($0,50 < p < 0,90$ et $0,30 < p < 0,50$).

IV - Influence de la concentration cationique des solutions perfusées sur le T.T.M., le volume et le diamètre moyen du segment d'étude.

a) Influence sur le temps de transit intestinal moyen :

- Dans l'ensemble des perfusions, le T.T.M. est de $13,86 \pm 5,90$ mn ($M \pm 1$ DS) pour la solution I ($n = 26$) et de $15,99 \pm 7,06$ mn pour la solution II ($n = 20$). Ainsi le T.T.M. de la solution riche en potassium est en moyenne plus long de 2,13 mn que celui de la solution riche en sodium, mais la différence n'est pas significative ($0,20 < p < 0,30$).

- Chez les 7 sujets ayant subi une perfusion successive de solution I et II, le test t des différences couplées fait apparaître que le T.T.M. sous perfusion riche en potassium est en moyenne plus long

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

de 3,7 mn que celui mesuré avec la solution riche en sodium, mais la différence n'est pas non plus significative ($0,05 < p < 0,10$).

b) Influence sur le volume et le diamètre moyen du segment intestinal d'étude, mesurés dans 21 cas : (Tableau I)

- pour l'ensemble des perfusions de solution I ($n = 12$) le volume moyen du segment d'étude est de $87,54 \pm 30,72$ ml, et le diamètre intestinal moyen de $2,09 \pm 0,35$ cm.

- pour les perfusions de solution II ($n = 9$), le volume moyen est de $132,84 \pm 47,87$ ml et le diamètre moyen de $2,56 \pm 0,53$ cm.

Ainsi, le volume et le diamètre intestinal moyens du segment d'étude au cours d'une perfusion de solution II riche en K sont respectivement plus grands de 45 ml et 0,45 cm qu'au cours d'une perfusion de solution I riche en Na ; cette différence est statistiquement significative ($0,02 < p < 0,05$).

Chez les 7 sujets perfusés successivement avec la solution I et II, le test t des différences couplées confirme que l'augmentation du volume et du diamètre intestinal moyen sous l'influence de la solution riche en potassium est significative ($0,02 < p < 0,05$).

V - Relation entre le temps de transit et l'absorption des solutés (Na et K)

Dans les 21 cas où ils ont été mesurés au cours de la même perfusion, nous avons recherché une éventuelle corrélation entre les mouvements nets de Na et de K, et le temps de transit intestinal moyen.

Comme il existe une corrélation entre la concentration moyenne d'électrolytes dans le segment d'étude et leurs mouvements nets (22), nous avons analysé séparément les résultats des perfusions des solutions I et II : à concentrations voisines dans le segment d'étude (cf. tableau I), il n'existe aucune corrélation entre le T.T.M. et les mouvements nets de Na et de K :

$$\text{pour } C_{Na} = 134,5 \pm 3 \text{ mEq/l} \quad r_1 = 0,22 \quad (n = 12)$$

$$\text{pour } C_{Na} = 94,3 \pm 5,9 \text{ mEq/l} \quad r_2 = 0,097 \quad (n = 9)$$

$$\text{pour } C_K = 11,4 \pm 0,9 \text{ mEq/l} \quad r_3 = 0,17 \quad (n = 12)$$

$$\text{pour } C_K = 55,6 \pm 6,2 \text{ mEq/l} \quad r_4 = 0,006 \quad (n = 9)$$

(C_{Na} , C_K : concentrations moyennes en sodium, en potassium dans le segment d'étude..

r_1 , r_2 , r_3 , r_4 : coefficients de corrélation mouvements ioniques - T.T.M., pour les concentrations considérées).

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

THE JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE

A - INTERET ET ANALYSE CRITIQUE DE LA METHODE DES COURBES DE DILUTION
APPLIQUEE A LA MESURE DU TRANSIT INTESTINAL

1) VALIDITE. La détermination du temps de transit à partir de la courbe de dilution d'un colorant non résorbable (injection unique), dérivée de la technique de STEWART-HAMILTON pour la mesure du débit cardiaque, s'applique d'autant mieux au tractus digestif, que l'absence de recirculation élimine l'extrapolation de la courbe à la ligne de base, comme cela s'impose dans le système circulatoire (7).

Deux ordres de conditions, intimement liées l'une à l'autre, sont indispensables à la construction de courbes valables :

a) des prélèvements d'échantillons, réguliers, rapides (ou mieux instantanés), et fréquents, notamment, dans la première partie ascendante de la courbe;

b) l'obtention d'un état d'équilibre dans le segment d'étude, d'autant plus indispensable que l'intestin est, à l'inverse du système cardio-vasculaire, dépourvu de "chambre de mélange" (coeur). Il se traduit à la simple inspection de la courbe, par une décroissance exponentielle, témoignant des 3 conditions techniques essentielles :

- constance du débit dans le segment perfusé
- homogénéité du mélange de la B.S.P. au contenu intestinal
- régularité de la motricité intestinale dans le segment d'étude pendant la période de mesure.

2) CHOIX DU COLORANT-MARQUEUR : Nous avons choisi la B.S.P.

pour les raisons suivantes :

a) Il s'agit d'un colorant diffusible, peu (6, 16, 17) ou pas résorbable (20); de toute façon, cette résorption reste faible et en pratique, négligeable pour de courts segments d'intestin et pendant de brefs intervalles de temps (28) : dans le cas précis de la mesure des temps de transit, la BSP a été largement utilisée (7). Sa coloration rouge, en milieu alcalin, renseigne d'emblée sur son délai d'apparition et de disparition.

b) La B.S.P. répond mieux que d'autres colorants (notamment que la P.S.P. utilisée par certains auteurs (25, 27)) à la condition inhérente à la lecture spectrophotométrique à triple longueur d'onde (linéarité du spectre des impuretés dans sa zone de lecture) (1). En effet, (Fig. 13), sur 6 échantillons de liquide intestinal ne contenant pas de B.S.P., nous avons pu vérifier que le spectre d'absorption des impuretés (pigments biliaires) était bien linéaire entre 500 et 650 m μ , zone dans laquelle se situent les trois longueurs d'onde optimales d'absorption de la B.S.P. (540, 580, 620 m μ).

3) METHODE DE CALCUL DU TEMPS DE TRANSIT INTESTINAL MOYEN

La détermination du temps de transit moyen, à partir de l'abscisse du centre de gravité de la courbe de dilution, nous a paru une méthode simple, singulièrement plus rapide que celle proposée par Zierler (29) : elle implique que la masse de BSP injectée, négligeable par rapport à celle du perfusat, ne modifie pas le débit de celui-ci.

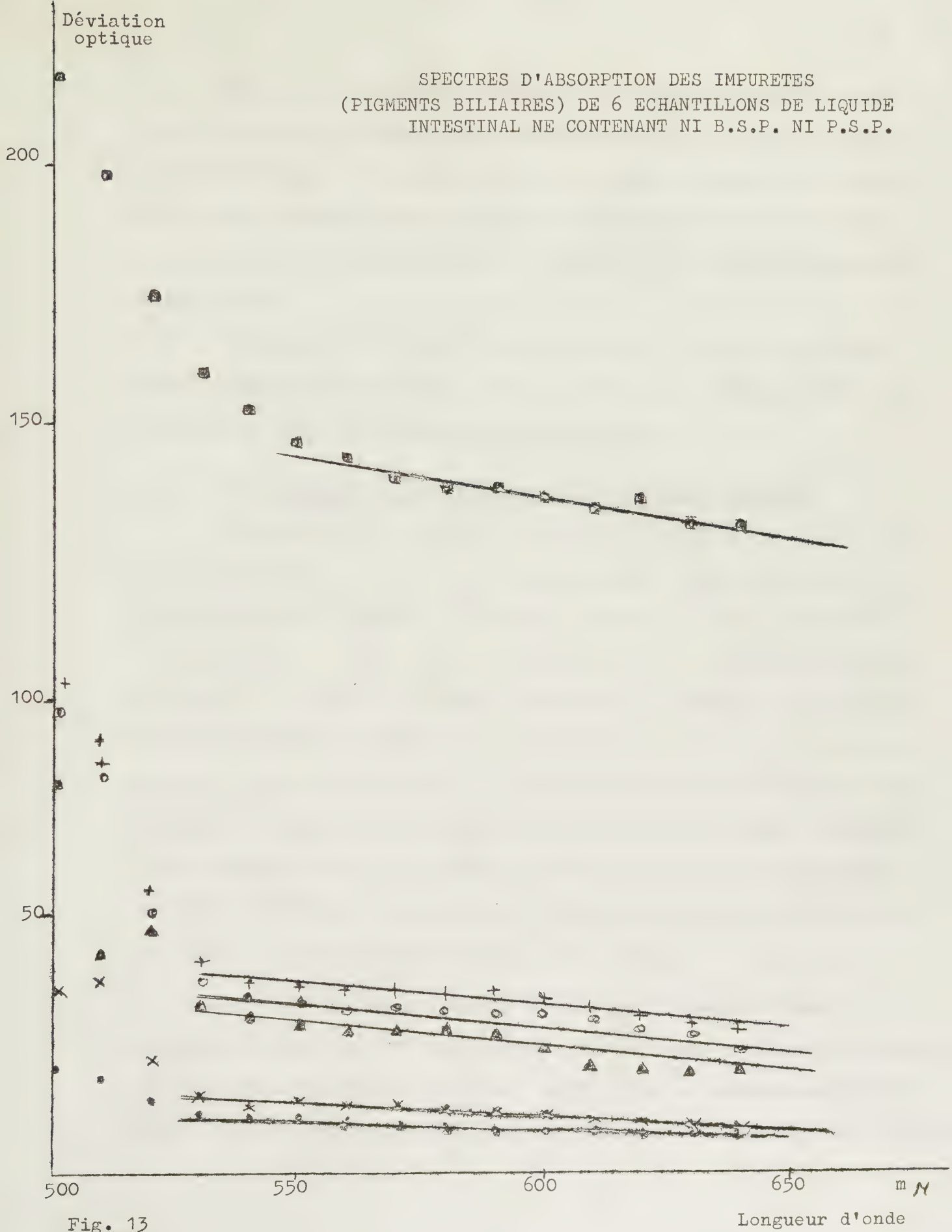


Fig. 13

Longueur d'onde

11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

Kin et Savier (13) ont proposé une méthode originale de lecture des courbes de dilution, permettant notamment une extrapolation rapide de la courbe de recirculation à la ligne de base : la surface de la partie asymptotique de la courbe de dilution y est facilement déterminée par la construction de la tangente à la branche descendante de la courbe.

Ce procédé, utile pour les cardiologues, ne nous a pas paru significativement plus rapide pour la lecture des courbes de dilutions intestinales (pas de recirculation du colorant).

4) PROBLEME DE LA LONGUEUR D'INTESTIN GRELE EXPLOREE

Le tassement des anses intestinales le long de la sonde, lors de sa progression, provoque un raccourcissement considérable de l'intestin intubé par rapport à l'intestin normal. A la suite du travail de Blankenhorn et Coll. (5), il est établi que les distances moyennes Nez-Pylore, Nez-Angle de Treitz, Nez-valvule de Bauhin, sont respectivement, après intubation du grêle, de 64, 83, et 341 cms. Cette cause d'erreur (sous-estimation de la longueur de grêle intubé) joue d'autant plus que les distances parcourues sont plus grandes. Ainsi, la longueur totale de grêle intubé, de l'angle de Treitz à la valvule de Bauhin, est, en se référant, aux chiffres de Blankenhorn (5), de 2,77 m. soit la moitié de sa longueur anatomique vraie (24).

Par contre, le long des 25 cm de notre segment d'étude, le phénomène de tassement et de raccourcissement d'anses n'a que de minimes répercussions. Nous avons admis que cette distance correspondait réellement à 25 cm d'intestin grêle. Cette assimilation nous semble légitime

et l'erreur négligeable, comme le suggèrent deux constatations :

- d'une part, le calcul du diamètre intestinal moyen (d), à partir de la longueur (25 cm) du segment étudié et de son volume, nous donne des chiffres très proches de ceux cités par les anatomistes :

$2 \text{ cm} < d < 3 \text{ cm}$ dans la plupart de nos résultats, alors que Rouvière (24) attribue au jéjunum proximal et moyen un diamètre compris entre 2,5 cm et 3 cm.

- inversement, d'autre part, si l'on admet pour les 25 cm de grêle exploré un raccourcissement proportionnellement identique à celui qui frappe la longueur totale de l'intestin, on obtient, pour le calcul des diamètres, des chiffres sortant nettement des limites physiologiques :

ainsi dans le cas 2 du tableau I (ABD...), on obtiendrait, en prenant $l = 50 \text{ cm}$, un diamètre de 1,40 cm, au lieu du chiffre physiologique de 2,03 cm calculé à partir de $l = 25 \text{ cm}$. (l = longueur du segment intestinal exploré).

B - DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

I) - Correspondance entre le temps de transit d'une solution perfusée et le temps de transit réel d'un intestin non perfusé

DILLARD et FORDTRAN (7) ont mis en évidence que le volume de la lumière du segment intestinal perfusé augmentait linéairement avec le débit de perfusion, jusqu'à 7 ml/mn; au-delà, il ne s'élève que très légèrement, alors que le temps de transit s'accélère, traduisant qu'est alors atteinte la dilatation physiologique maxima d'un intestin

normal. Cette constatation explique que le temps de transit intestinal moyen n'a finalement de signification que si l'on connaît le volume liquidien transporté par unité de temps.

MAINGUET et coll. (18), par enregistrement électromanométrique des ondes de pression au niveau du segment d'étude, ont montré qu'un débit supérieur à 10 ml/mn déclenchait une activité motrice accrue, différente de celle observée lors d'une ingestion normale. Ces résultats sont confirmés par BARREIRO (4).

BARREIRO et coll. (4), surtout, par des mesures comparatives du temps de transit (T.C.M.) et de pressions intra-luminales avant et en cours de perfusion montrent que la perfusion constante à 10 ml/mn d'une solution isotonique maintenue à 37° C ne modifie pas le temps de transit ni la motricité du grêle.

Il est donc probable, qu'au débit de 8 ml/mn que nous avons choisi, le temps de transit de la solution perfusée est identique à celui qui serait enregistré dans le même intestin fonctionnant dans les conditions physiologiques. Néanmoins, le choix de débits supérieurs pourrait s'avérer utile pour sensibiliser l'étude de l'influence de divers facteurs sur le tonus du grêle.

II - Interprétation des courbes de dilution : choix des paramètres ; correspondance entre le temps de transit mesuré et celui de la solution perfusée

BARREIRO et Coll. (3) établissent sur 54 mesures une excellente corrélation statistique ($r = 0,851$, $p < 0,001$) entre T.T.M. et T.C.M. ;

ils considèrent le temps de concentration maxima comme la mesure la plus simple, la plus rapide et surtout la plus représentative du temps de transit de la solution perfusée. En effet, selon ces auteurs, la diffusion de la B.S.P. injectée dans le contenu intestinal est imparfaite et moins homogène que dans le système cardio-vasculaire par absence notamment de chambre de mélange (coeur, surtout, lit capillaire pulmonaire) et du fait de la relative lenteur du débit intestinal à l'état physiologique. Les mouvements de propulsion, à ce lent débit provoquent turbulence et reflux. Le T.C.M., qui désigne le temps de transit du "corps" de l'embol de BSP paraît donc mieux représenter le temps de transit réel du perfusat que le T.T.M. qui lui, fait intervenir le temps de transit de la "queue" plus ou moins étalée de cet embol.

Une double critique s'impose : d'une part, la détermination du T.C.M. peut, par sa brièveté même, s'effectuer lors d'une phase d'accélération ou de ralentissement momentané de l'activité motrice moyenne et par conséquent, donner une fausse idée de celle-ci. Inversement, d'autre part, l'établissement de la partie décroissante de la courbe de dilution permet d'en vérifier le caractère exponentiel ou non. Or, comme nous l'avons dit, celui-ci est la preuve de bonnes conditions d'équilibre dans le segment d'étude et en particulier du mélange homogène de la B.S.P. au perfusat et de la régularité de la motricité intestinale pendant la période de mesure. C'est dire que, dans de telles conditions, les critiques de BARREIRO et coll. à l'égard du T.T.M. ne sont pas fondées.

Nous n'avons conservé dans notre travail, que les courbes de dilution à décroissance exponentielle, ce qui ne nous a obligé à écarter que 12 expériences. Dans ces conditions, 1) nous avons montré que la reproductibilité du T.T.M., à une heure d'intervalle, était meilleure que celle du T.C.M.; 2) si pour l'ensemble de nos mesures, nous avons obtenu, comme BARREIRO et coll., une très forte corrélation entre T.T.M. et T.C.M. (tableau III), il est apparu, par contre, à l'analyse séparée de nos résultats, que la composition du perfusât influençait cette corrélation. La différence entre T.T.M. et T.C.M., constante pour la solution I riche en sodium, ne l'est plus pour la solution II riche en potassium et augmente avec l'allongement du temps de transit.

Que l'on choisisse comme paramètre le T.T.M. ou le T.C.M., l'existence probable d'un écoulement laminaire dans l'intestin ne permet d'accorder à la méthode de la courbe de dilution qu'une signification relative dans l'appréciation du temps de transit réel de la totalité du perfusât; SOERGEL et coll. (26) ont montré, par un rinçage intestinal continu, que la courbe traduisant l'élimination du marqueur se décomposait en deux parties, l'une à forte pente pouvant correspondre à un couloir central d'écoulement rapide, l'autre, de pente plus faible, aux couloirs périphériques à débit plus lent. Néanmoins, la mesure du temps de transit intestinal à partir de la courbe de dilution de la B.S.P. en injection unique, garde toute sa valeur pour apprécier l'influence relative d'un facteur donné sur la motricité du grêle.

III - Comparaison débit PEG et débit BSP au point de recueil

Le débit dans le segment d'étude, déterminé par le dosage du PEG varie peu dans nos expériences (tableau I), qu'il s'agisse du débit moyen entre A et B ou du débit en B. Pour un débit de perfusion de 15 ml/mn, DILLARD et coll. (7) ne trouvent également que de faibles variations au point de recueil B (moyenne des débits mesurés = 16,6 ml/mn).

Par contre, le débit déterminé au point B à partir de la courbe de dilution de BSP est significativement plus grand : il est même des valeurs franchement anormales, deux fois supérieures à celles obtenues à partir du PEG. Nos résultats sont donc différents de ceux de DILLARD qui avait pu conclure à une excellente corrélation statistique entre débit PEG et débit BSP, au cours de 12 expériences sur anse isolée de chien. Il avait néanmoins noté, chez l'homme comme chez l'animal, que le débit calculé à partir de la courbe de dilution de la BSP était un peu plus grand que le débit PEG et l'avait attribué à une petite absorption du colorant sur les 100 cm du segment d'étude.

Nous pensons que l'augmentation significative du débit BSP par rapport à celui mesuré par le PEG peut s'expliquer : non pas tant par une absorption de BSP, faible ou nulle (20) et de toute façon négligeable sur de courts segments d'intestin (25 cm dans notre cas) (28), que par deux ordres de constatations :

- 1) La totalité de l'embol ne pénètre pas dans le segment d'étude; une fraction reste accolée aux parois du cathéter de perfusion, lors de l'injection du marqueur, et diminue d'autant le numérateur du rapport

$$\frac{\text{masse de BSP injectée}}{\text{surface de la courbe de dilution}}$$

- 2) surtout le calcul du débit par ce rapport ne tient pas compte de l'espace de diffusion du marqueur. Comme l'a montré BARREIRO, une partie du colorant, lors de son injection rapide, reflue en amont et diffuse donc dans un volume liquidien plus grand que celui du segment d'étude. Cette constatation justifie à notre sens, la correction des calculs, par la détermination de l'espace de diffusion exacte du colorant, à l'aide par exemple, d'hématies marquées au chrome radio-actif.

IV - Comparaison de nos résultats à ceux de la littérature

Les résultats de nos mesures de temps de transit intestinal moyen sont voisins de ceux de la littérature (7, 3, 27), comme l'indique le Tableau III, pour des expériences faites dans des conditions proches ou identiques aux nôtres. Exprimés en vitesse de transit, nos chiffres (vitesse de transit jéjunal à 2 cm/mn, pour un diamètre jéjunal moyen de 2,29 cm), sont identiques à ceux calculés à partir des données de DILLARD et coll. (7), (vitesse moyenne de transit jéjunal à 2 cm/mn, diamètre moyen à 2,20 cm). Ces auteurs ont d'ailleurs bien souligné qu'à des débits n'excédant pas 7 à 9 ml/mn :

- 1) la vitesse de transit et le diamètre intestinal moyen sont dépendants du débit pour un segment intestinal donné (jéjunum ou iléon);
- 2) la vitesse de transit est plus grande et le diamètre intestinal moyen plus petit dans l'iléon que dans le jéjunum pour un débit donné.

Par contre, alors que BARREIRO et coll. (4) ont trouvé une corrélation significative entre temps de transit et absorption du xylose, nous

TABLEAU III : Comparaison de nos résultats à ceux de la
littérature.

| | WHALEN
et coll. | BARREIRO
et coll. | Expérience personnelle | |
|--|------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | Solution I | Solution II |
| Colorant | PSP | PSP
R. I ₁₂₅ | BSP | BSP |
| Longueur
(cm) et siège
du segment
d'étude | 30
jéjunum | 25
jéjunum | 25
jéjunum | 25
jéjunum |
| Solution
perfusée
(mOsm/l) | 296
(Na Cl +
dextrose) | 296 - 310
(NaCl, ClK
D-xylose,
glucose,
CO ₃ Na ₂) | 300
(NaCl 130 mM,
KCl 20 mM) | 300
(NaCl 20 mM
KCl 130 mM) |
| Débit de
perfusion
(ml/mn) | 9 | 10 | 8 | 8 |
| T.T.M. (mn)
(moy. $\pm$ 1DS) | 13,62 $\pm$
4,98 | 11,8 $\pm$ 5,1
5,1 | 13,86 $\pm$
5,90 | 15,99 $\pm$
7,06 |
| T.C.M. (mn)
(moy. $\pm$ 1DS) | - | 10,9 $\pm$ 6,2 | 11,93 $\pm$ 5,70 | 11,38 $\pm$
4,72 |
| Corrélation
T.T.M. - T.C.M. | - | N = 54
r = 0,85
p = 0,001 | N = 46
r = 0,90
p < 0,001 | |

n'avons pu établir aucune corrélation entre la durée du T.T.M. et l'absorption du Na et du K. Toutes nos mesures de temps de transit ayant été faites à l'étage jéjunal, nous n'avons pu vérifier les constatations d'autres auteurs (7, 27), selon lesquelles le temps de transit intestinal moyen se raccourcit du jéjunum à l'iléon. De toutes façons, il convient d'insister sur la grande variabilité du temps de transit intestinal, aussi bien d'un individu à l'autre que d'un jour à l'autre chez un même individu (4). Ceci explique la prudence nécessaire à l'interprétation des moyennes du temps de transit et à la comparaison des résultats, la stabilité du temps de transit moyen, que nous avons pu établir, n'étant valable que pour un intervalle de temps assez court (1 heure de perfusion en moyenne).

V - Notre travail apporte des précisions sur :

1) La stabilité du temps de transit au cours d'une heure de perfusion

WHALEN et coll. (27) ont introduit le facteur "temps de transit" dans l'étude de l'absorption intestinale par triple sonde afin de tenir compte de la fluctuation du débit des sécrétions endogènes ; ceci suppose que ce temps de transit ne fluctue pas lui-même au cours de l'expérience. A des mesures successives au cours d'une même perfusion, DILLARD et coll. (7) ont trouvé que le T.T.M. variait peu dans un cas, et fortement dans un autre. Dans les mêmes conditions, BARREIRO et coll. (4) ont montré que le T.C.M. était stable dans 6 cas et très variable dans 6 autres cas. LAUNIALA (14) trouve au cours de 13 perfusions, de faibles variations individuelles du T.T.M. ($\pm 7,3$ %).

La mesure du T.T.M. et du T.C.M. à une heure d'intervalle chez 15 sujets, dont 8 étaient perfusés avec une solution riche en Na et 7 avec une solution riche en K, a donné, entre nos mains, une bonne reproductibilité de ces deux paramètres. Il nous semble donc légitime, de tenir compte, au cours de toute étude de l'absorption intestinale par triple sonde, de la durée du temps de transit du perfusé, afin de "décaler" les échantillons prélevés aux deux extrémités du segment d'étude. Néanmoins, cette durée, variable d'un sujet à l'autre et d'un jour à l'autre chez un même sujet, se doit d'être déterminée individuellement au cours de chaque perfusion.

Au total, la mesure du temps de transit intestinal moyen, dans le segment d'étude, au cours de la perfusion par triple sonde, permet d'améliorer la précision de cette méthode dans l'étude de l'absorption intestinale : elle assure en effet, grâce à leur décalage chronologique, une meilleure comparaison des échantillons prélevés à chaque extrémité du segment intestinal étudié.

2) L'influence de la composition cationique (Na, K) du liquide de perfusion sur le temps de transit, et le diamètre du segment intestinal d'étude

Le fait que nous n'ayons pas trouvé de différences significatives de temps de transit entre les solutions riches en Na et les solutions riches en K pour l'ensemble des individus comme chez les mêmes sujets, le fait aussi que nos résultats soient de même ordre de grandeur que ceux de BARREIRO et coll. (4) (dont le perfusé comportant en plus 54 g de glucose et 45 g de xylose par litre) et que ceux de WHALEN et

coll. (27) (dont la solution ne comportait pas de K) tendraient à prouver que la composition du perfusat n'a que peu d'influence sur ce paramètre.

Il s'agit pourtant là d'un point essentiel qui permettrait, en cas de différences, de juger de l'action des solutions les plus diverses voire de substances médicamenteuses, sur le diamètre intestinal et partant sur la tonicité du grêle.

En réalité, le temps de transit ne reflète, comme paramètre de la motricité intestinale, que les phénomènes de propulsion; il ne rend pas compte des variations possibles de tonus et, partant, de calibre de l'intestin. C'est dire l'intérêt d'apprécier les variations du temps de transit en fonction du débit du contenu intestinal.

En effet, chez les mêmes sujets, nous avons mis en évidence une variation significative du diamètre moyen du segment intestinal d'étude en fonction de la teneur en cations du perfusat : le calibre intestinal augmente lorsque le perfusat est enrichi en potassium et appauvri en sodium. Il est impossible, à partir de nos seuls résultats de faire la part de ce qui revient aux variations de débit liquidien et à celles de concentrations cationiques dans l'augmentation du diamètre observé. Toutefois, en se référant à la courbe établie par DILLARD et coll. (7), reliant le volume intestinal au débit de perfusion, il apparaît que les variations de débit ne peuvent à elles seules expliquer celles du calibre intestinal. Dans ce sens, il est à noter que les concentrations de K dans le segment d'étude étaient très élevées pour la solution II, comparables à celles que peut réaliser in situ

l'ingestion de comprimés de sels de potassium, rendus responsables dans quelques cas d'ulcérations du grêle. L'hypothèse d'une parésie intestinale localisées favorisant dans ces cas un contact prolongé entre le comprimé et la paroi intestinale pourrait être soulevée, à partir de nos constatations expérimentales.

C - APPLICATIONS PRATIQUES DE LA MESURE DU TEMPS DE TRANSIT INTESTINAL
PAR LA METHODE DES COURBES DE DILUTION

Outre son intérêt pour l'étude de l'absorption intestinale par triple sonde, (comparaison plus précise des échantillons prélevés simultanément aux deux extrémités du segment d'étude), la mesure du temps de transit par la courbe de dilution de la BSP nous semble précieuse pour l'exploration hydro-dynamique de l'intestin grêle; ses applications peuvent être les suivantes :

- étude des corrélations :
 - . temps de transit - absorption d'un soluté
 - . volume intestinal - flux liquidien
 - . variations de pression intraluminaire - motricité du grêle;
- détermination du volume ou du diamètre intestinal moyen au cours de la perfusion d'un segment d'étude;
- étude de l'influence de la composition du liquide de perfusion, ou d'agents pharmacodynamiques sur le temps de transit ou le volume intestinal;
- enfin, méthode nouvelle d'étude, en pathologie, des troubles de la dynamique intestinale.

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

CONCLUSIONS

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

Le temps de transit a été mesuré dans l'intestin grêle de l'homme, au cours d'une perfusion à débit constant (8 ml/mn) d'un segment de cet organe, par la courbe de dilution d'un colorant diffusible et non résorbable (Brome-sulfone-phtaléine) : le principe est dérivé de la technique de Stewart-Hamilton pour la mesure du débit cardiaque.

46 perfusions ont, ainsi, été pratiquées chez 26 sujets normaux à l'aide d'une sonde à triple tubulure, comportant un segment d'étude de 25 cm au-dessous d'un segment de mélange de 20 cm. Les deux solutions isotoniques de ce travail, perfusées soit isolément, soit successivement chez un même sujet, étaient de concentrations réciproquement variées en Na^+ et K^+ (130 mEq/l et 20 mEq/l). Le temps de transit du perfusât dans le segment d'étude a été déterminé, à partir de la courbe de dilution du colorant dans ce segment, par deux paramètres :

- 1) le temps d'apparition de la concentration maxima (T.C.M.)
- 2) le temps de transit moyen (T.T.M.).

Le calibre moyen du segment intestinal étudié a été calculé à partir du T.T.M. et des débits liquidiens mesurés in situ.

Dans ce travail, ont ainsi pu être établis :

- 1) - la valeur du temps de transit moyen comme paramètre d'expression du transit intestinal le long des 25 cm du segment d'étude : il est, en effet, plus fidèle et plus précis que le temps d'apparition de la concentration maxima.

2) - L'intérêt de la mesure du temps de transit intestinal au cours de toute étude de l'absorption par triple sonde : en effet, après en avoir vérifié, comme dans cette étude, la stabilité au cours d'une heure de perfusion chez un même sujet, il devient légitime de tenir compte du T.T.M. pour décaler chronologiquement les échantillons prélevés aux deux extrémités du segment exploré et donc en obtenir une comparaison plus valable.

3) - Les variations du diamètre moyen du segment intestinal étudié, en fonction de la nature du perfusé : ainsi, le calibre du grêle augmente lorsque le liquide de perfusion est enrichi en ion potassium et appauvri en ion sodium.

4) - L'absence de corrélation statistiquement significative entre la durée du transit et les flux nets des solutés (Na, K) dans le segment intestinal d'étude.

5) - enfin, l'intérêt de la détermination du temps de transit intestinal moyen pour l'exploration des mouvements liquidiens au niveau du grêle; elle autorise l'étude des corrélations volume intestinal - flux liquidiens - pressions intra-luminales, par couplage à l'enregistrement manométrique de l'intestin; elle permet, surtout, de juger de l'influence du liquide de perfusion ou d'agents pharmacodynamiques sur le transit intestinal, et, partant, ouvre la voie à une meilleure connaissance de la motricité et de la tonicité du grêle. Il semble possible de l'utiliser, en pathologie, à l'étude des troubles de la dynamique intestinale.

VU, le Président de Thèse,

VU, le Doyen,

M. le Professeur DEBRAY

M. le Professeur BROUET

VU, le Recteur,

M. ROCHE

B I B L I O G R A P H I E

$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{6}$ $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{9}$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{11}$ $\frac{1}{12}$ $\frac{1}{13}$ $\frac{1}{14}$ $\frac{1}{15}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{1}{17}$ $\frac{1}{18}$ $\frac{1}{19}$ $\frac{1}{20}$

- 1 - ALLEN W.H. -

A simple method for analysing complicated absorption curves,
of use in the colorimetric determination of urinary steroids.
J. Clin. Endocrin., 1950, 10, 71.

- 2 - ALVAREZ W.C., FREELANDER B.L. -

The rate of progress of Food Residues through the Bowel.
J. Amer. Med. Ass. 1924, 83, 576.

- 3 - BARREIRO M.A., Mc KENNA R.D., BECK I.T. -

Determination of transit time in the human jejunum by the single - injection indicator - dilution technic.

Am. Journ. of Dig. Dis. 1968 (new series) 13, 222.

- 4 - BARREIRO M.A., Mc KENNA R.D., BECK I.T. -

The physiologic significance of intraluminal pressure changes in relation to propulsion and absorption in the human jejunum. Am. Journ. of Dig. Dis., 1968 (new series) 13, 234.

- 5 - BLANKENHORN D.H., HIRSCH J., AHRENS E.H. -

Trans intestinal intubation : technic for measurement of gut length and physiologic sampling at known loci.

Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1955, 88, 356.

- 6 - COOPER H., LEVITAN R., FORDTRAN J.S., INGELFINGER F.J. -

A method for studying absorption of water and solute from the human small intestine.

Gastroenterology, 1966, 50, 1.

$$m = \frac{q}{1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \quad \text{and} \quad \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \quad \text{and} \quad \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \quad \text{and} \quad \frac{1}{8} = \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{16} \quad \text{and} \quad \frac{1}{16} = \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{32} \quad \text{and} \quad \frac{1}{32} = \frac{1}{32} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{64} \quad \text{and} \quad \frac{1}{64} = \frac{1}{64} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{128} \quad \text{and} \quad \frac{1}{128} = \frac{1}{128} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{256} \quad \text{and} \quad \frac{1}{256} = \frac{1}{256} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{512} \quad \text{and} \quad \frac{1}{512} = \frac{1}{512} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{1024} \quad \text{and} \quad \frac{1}{1024} = \frac{1}{1024} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2048} \quad \text{and} \quad \frac{1}{2048} = \frac{1}{2048} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4096} \quad \text{and} \quad \frac{1}{4096} = \frac{1}{4096} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8192} \quad \text{and} \quad \frac{1}{8192} = \frac{1}{8192} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{16384} \quad \text{and} \quad \frac{1}{16384} = \frac{1}{16384} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{32768} \quad \text{and} \quad \frac{1}{32768} = \frac{1}{32768} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{65536} \quad \text{and} \quad \frac{1}{65536} = \frac{1}{65536} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{131072} \quad \text{and} \quad \frac{1}{131072} = \frac{1}{131072} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{262144} \quad \text{and} \quad \frac{1}{262144} = \frac{1}{262144} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{524288} \quad \text{and} \quad \frac{1}{524288} = \frac{1}{524288} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{1048576} \quad \text{and} \quad \frac{1}{1048576} = \frac{1}{1048576} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2097152} \quad \text{and} \quad \frac{1}{2097152} = \frac{1}{2097152} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4194304} \quad \text{and} \quad \frac{1}{4194304} = \frac{1}{4194304} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8388608} \quad \text{and} \quad \frac{1}{8388608} = \frac{1}{8388608} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{16777216} \quad \text{and} \quad \frac{1}{16777216} = \frac{1}{16777216} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{33554432} \quad \text{and} \quad \frac{1}{33554432} = \frac{1}{33554432} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{67108864} \quad \text{and} \quad \frac{1}{67108864} = \frac{1}{67108864} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{134217728} \quad \text{and} \quad \frac{1}{134217728} = \frac{1}{134217728} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{268435456} \quad \text{and} \quad \frac{1}{268435456} = \frac{1}{268435456} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{536870912} \quad \text{and} \quad \frac{1}{536870912} = \frac{1}{536870912} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{1073741824} \quad \text{and} \quad \frac{1}{1073741824} = \frac{1}{1073741824} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2147483648} \quad \text{and} \quad \frac{1}{2147483648} = \frac{1}{2147483648} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4294967296} \quad \text{and} \quad \frac{1}{4294967296} = \frac{1}{4294967296} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8589934592} \quad \text{and} \quad \frac{1}{8589934592} = \frac{1}{8589934592} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{17179869184} \quad \text{and} \quad \frac{1}{17179869184} = \frac{1}{17179869184} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{34359738368} \quad \text{and} \quad \frac{1}{34359738368} = \frac{1}{34359738368} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{68719476736} \quad \text{and} \quad \frac{1}{68719476736} = \frac{1}{68719476736} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{137438953472} \quad \text{and} \quad \frac{1}{137438953472} = \frac{1}{137438953472} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{274877906944} \quad \text{and} \quad \frac{1}{274877906944} = \frac{1}{274877906944} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{549755813888} \quad \text{and} \quad \frac{1}{549755813888} = \frac{1}{549755813888} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{1099511627776} \quad \text{and} \quad \frac{1}{1099511627776} = \frac{1}{1099511627776} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2199023255552} \quad \text{and} \quad \frac{1}{2199023255552} = \frac{1}{2199023255552} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4398046511104} \quad \text{and} \quad \frac{1}{4398046511104} = \frac{1}{4398046511104} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8796093022208} \quad \text{and} \quad \frac{1}{8796093022208} = \frac{1}{8796093022208} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{17592186044416} \quad \text{and} \quad \frac{1}{17592186044416} = \frac{1}{17592186044416} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{35184372088832} \quad \text{and} \quad \frac{1}{35184372088832} = \frac{1}{35184372088832} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{70368744177664} \quad \text{and} \quad \frac{1}{70368744177664} = \frac{1}{70368744177664} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{140737488355328} \quad \text{and} \quad \frac{1}{140737488355328} = \frac{1}{140737488355328} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{281474976710656} \quad \text{and} \quad \frac{1}{281474976710656} = \frac{1}{281474976710656} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{562949953421312} \quad \text{and} \quad \frac{1}{562949953421312} = \frac{1}{562949953421312} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{1125899906842624} \quad \text{and} \quad \frac{1}{1125899906842624} = \frac{1}{1125899906842624} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2251799813685248} \quad \text{and} \quad \frac{1}{2251799813685248} = \frac{1}{2251799813685248} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4503599627370496} \quad \text{and} \quad \frac{1}{4503599627370496} = \frac{1}{4503599627370496} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{9007199254740992} \quad \text{and} \quad \frac{1}{9007199254740992} = \frac{1}{9007199254740992} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{18014398509481984} \quad \text{and} \quad \frac{1}{18014398509481984} = \frac{1}{18014398509481984} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{36028797018963968} \quad \text{and} \quad \frac{1}{36028797018963968} = \frac{1}{36028797018963968} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{72057594037927936} \quad \text{and} \quad \frac{1}{72057594037927936} = \frac{1}{72057594037927936} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{144115188075855872} \quad \text{and} \quad \frac{1}{144115188075855872} = \frac{1}{144115188075855872} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{288230376151711744} \quad \text{and} \quad \frac{1}{288230376151711744} = \frac{1}{288230376151711744} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{576460752303423488} \quad \text{and} \quad \frac{1}{576460752303423488} = \frac{1}{576460752303423488} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{1152921504606846976} \quad \text{and} \quad \frac{1}{1152921504606846976} = \frac{1}{1152921504606846976} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2305843009213693952} \quad \text{and} \quad \frac{1}{230584$$

- 7 - DILLARD R.L., EASTMAN H., FORDTRAN J.S. -

Volume-flow relationship during the transport of fluid
through the human small intestine.

Gastroenterology, 1965, 49, 58.

- 8 - FARRAR J.T., BERNSTEIN J.S. -

Recording of intraluminal gastro-intestinal pressures by a
radiotelemetering capsule.

Gastro-Enterology 1958, 35, 603.

- 9 - FORDTRAN J.S., SOERGEL K.H. et INGELFINGER F.J. -

Intestinal absorption of D-xylose in man.

New Eng. J. Med. 1962, 267, 274.

- 10 - HAMILTON N.F., MOARE J.W., KINSMAN J.M., SPURLING R.G. -

Studies on the circulation. IV - Further analysis of the
injection method and on changes on hemodynamics under physio-
logical and pathological conditions.

Am. J. Physiol., 1932, 99, 534.

- 11 - HANSKY J., CONNELL A.M. -

Measurement of gastro-intestinal transit, using radioactive
chromium.

Gut. 1962, 3, 187.

- 12 - HYDEN S. -

A turbidimetric method for the determination of high
polyethylene glycol in biological material.

Ann. Roy. Agr. Coll. Swedeen, 1955, 22, 139.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

RESEARCH REPORT

NO. 100

BY

DR. J. H. HARRIS

AND

DR. R. M. HARRIS

CHICAGO, ILL.

1950

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

CHICAGO, ILL.

13 - KIN G., SAVIER C.H. -

Nouveaux procédés de lecture des courbes de dilution de colorant.

Pathol. et Biol. 1965, 13, 911.

14 - LAUNIALA K. -

The effect of unabsorbed sucrose and mannitol on the small intestine flow Rate and Mean Transit time.

Scand. Journal of Gastro. 1968, 39, 665.

15 - LOVE A.H.G., MITCHELL T.G., PHILIPS R.A. -

Water and Sodium absorption in the human intestine.

Journ. of Physiol. 1968, 195, 133.

16 - LORBER S.H., SHAY H. -

Enterohepatic circulation of bromsulphthalein. Studies in man with special reference to the clinical BSP test.

Gastroenterology, 1952, 20, 262.

17 - LORBER S.H., OPPENHEIMER M.J., SHAY H., LYNCH P., SIPLET H. -

Enterohepatic circulation of bromsulphthalein : intra duodenal, intraportal and intraveinous dye administration in dogs.

Amer. J. Physiol., 1953, 173, 259.

18 - MAINGUET P., DURET R.L., THYS O., FRANCKSON J.R.M., CONARD V., BASTENIE P.A. -

Etude de l'absorption du glucose par l'intestin grêle de l'homme. Méthode des périodes d'absorption successives.

Acta Gastro-Enterologica Belgica, 1966, 29, 261.

19 - MULINOS M.G. -

The Value of Selective Drugs in the treatment of Constipation.
Rev. Gastroenterology 1935, 2, 292.

20 - OWEN Jr. C.A. -

The effect of enterohepatic circulation on the bromsulphthalein
test of hepatic function.
J. Lab. Clin. Med., 1951, 38, 946.

21 - RAMBAUD J.C., SRAER J.D., BERNIER J.J. -

Technique d'étude par perfusion de l'absorption intestinale
chez l'homme.
Arch. Mal. App. Dig., 1967, 56, 1249.

22 - RAMBAUD J.C., VIDON N., STERIN D. et BERNIER J.J. -

Absorption jéjunale du chlore, du sodium et du potassium.
Etude chez l'homme normal par la technique de perfusion
intestinale.
Communication au VIIIe Congrès International de Gastro-
Entérologie, Prague 1968.

23 - RITTER V. -

Zur Enterlen Resorption von Bromsulphthalein.
Gastroenterological (Basel), 1960, 94, 114.

24 - ROUVIERE H. -

Anatomie humaine descriptive et topographique, page 879,
Tome II, 8e édition 1959.

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

- 25 - SCHEDL H.P. and CLIFTON J.A. -

Small intestinal absorption of steroids.

Gastroenterology, 1961, 41, 491.

- 26 - SOERGEL K.H. -

Table ronde sur l'intubation intestinale.

VIIIe Congrès International de Gastro-Entérologie, Prague
1968.

- 27 - WHALEN G.E., HARRIS J.A., GEENEN J.E., SOERGEL K.H. -

Sodium and water absorption from the human small intestine.

Gastroenterology, 1966, 51, 975.

- 28 - WORNING H., AMDRUP E. -

Experimental studies on the value of the reference

substances polyethyleneglycol, bromsulphthalein, and 51 Cr
indicators of the fluid content in the intestinal lumen.

Gut. 1965, 6, 487.

- 29 - ZIERLER K. -

A simplified explanation of the theory of indicator dilution
for measurement of fluid flow and volume and other distributive
phenomena.

Bulletin John Hopkins, 1958, 103, 199.

